www.radio.ru



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ДОМАШНИЙ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИЙ ОРГАН

- *Генератор импульсов на Arduino*
- *Анализатор спектра ЗЧ-сигнала*
- *Светильник с ёмкостным реле*
- *"Пишущая машинка" на Arduino Uno*

...и ещё 12 конструкций

10
2018



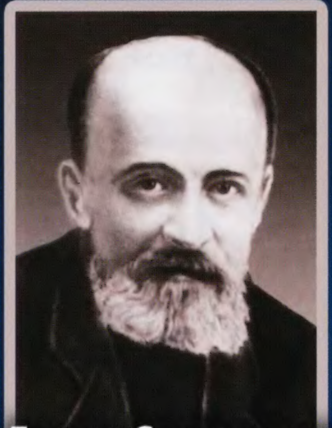
ЦНИИС - 100 лет

С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

(см. статью на с. 7)

Центральный
научно-исследовательский
институт связи

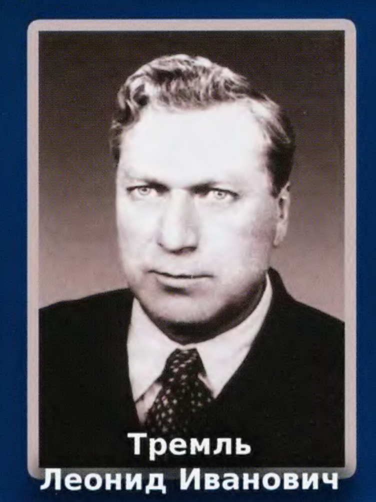




Божко-Степаненко
Михаил Михайлович



Котельников
Владимир
Александрович

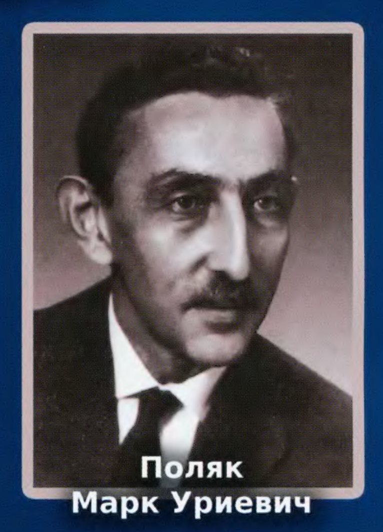


Тремль
Леонид Иванович

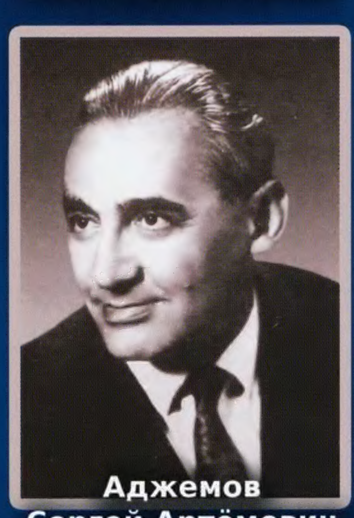




Попова
Нина Эдуардовна



Поляк
Марк Уриевич



Аджемов
Сергей Артёмович



ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор

АКТАКОМ
www.aktakom.ru

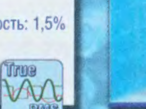
более 30 моделей!



АТК-2250

Измерение токов до 2500 А

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2500 А / 0,1...2100 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%





АСМ-2311

Большой охват магнитопровода

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 1000 В
- Измерение емкости до 100 мкФ



АСМ-4012

Измерение сопротивления заземления от 0,001 Ом

- Измерение переменного тока: 1 мА...30 А
- Базовая погрешность: 1,0%
- Скорость измерения: 1 изм/с
- Автоматический выбор диапазона



АТК-2021В

Универсальность и многофункциональность

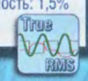
- Измерение постоянного/переменного тока: 0,01...200 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1/1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Компактный размер



АТК-2200

Измерение мощности в однофазных и трехфазных сетях до 1200 кВт

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%





АТК-2012

Большой диаметр охвата до 170 мм

- Измерение переменного тока: 5...3000 А
- Измерение переменного напряжения: 4...600 В
- Базовая погрешность: 1,0%
- Измерение мощности до 10 МВт

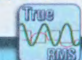




АСМ-2352

Измерение пусковых токов

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,01...1500 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,01 мВ...1000 В/ 0,01 мВ...750 В
- Базовая погрешность: 2,5%
- Измерение мощности до 900 кВт





АСМ-2353

Беспроводной интерфейс для связи с ПК

- Измерение переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение переменного напряжения: 0,1...750 В
- Базовая погрешность: 2,0%
- Измерение мощности до 750 кВт



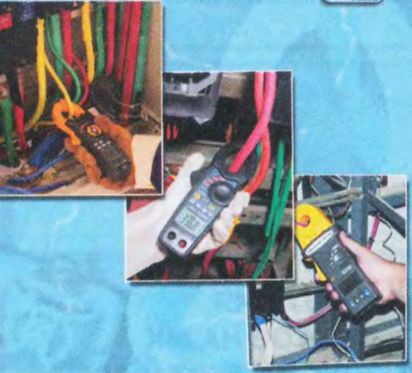


АСМ-2056

Бесконтактный датчик напряжения

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В / 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Большой дисплей







АСМ-2348

Компактные токовые клещи-мультиметр-ваттметр

- Измерение постоянного и переменного тока до 1000 А
- Измерение мощности в одно- и трехфазных сетях до 240 кВт
- Диаметр охвата 30 мм
- Базовая погрешность: 1,8%

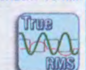


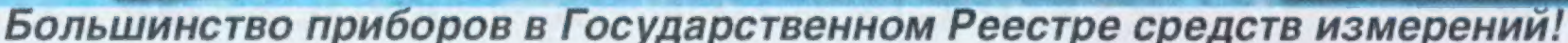


АСМ-2036

Модель эконом-класса

- Измерение постоянного/переменного тока: до 20 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: до 600 В
- Базовая погрешность : 2,0%
- Максимальный охват: 18 мм





Большинство приборов в Государственном Реестре средств измерений!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА *www.eliks.ru*



В НОМЕРЕ:

НАУКА И ТЕХНИКА 4

А. ГОЛЫШКО. Эра когнитивности 4
С. МИШЕНКОВ. ЦНИИС — 100 лет 7

ЗВУКОТЕХНИКА 11

Н. ОСТРОУХОВ. Анализатор спектра звукового сигнала 11
А. ПЕТРОВ. Первый полюс в АЧХ и его влияние на параметры усилителей с общей ООС 14

РАДИОПРИЁМ 21

В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания 21
М. ДАХИН. АМ/ЧМ демодулятор на микроконтроллере 23

ИЗМЕРЕНИЯ 25

Д. МОЛОКОВ. Приставка к генератору для измерения резонансной частоты контура с повышенной точностью 25

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ 29

А. БУТОВ. Ремонт и доработка сетевого блока питания Robiton PC1000 29

ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 30

С. УСТИНОВ. Автономный светодиодный светильник 30
В. РУБЦОВ. Приёмник прямого преобразования аппаратуры радиоуправления 34
А. КАРПАЧЕВ. Освещение помещений последовательно соединёнными светодиодными лампами 37
А. ЕКИМОВ. ИК-датчик движения управляет фотоаппаратом или видеорегистратором 41

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 42

С. ДОЛГАНОВ. Домашний электроакустический орган 42
Д. ЕГОШКИН. Звуковой модуль для электронных барабанов 45

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 48

Наша консультация 48

"РАДИО" — О СВЯЗИ 49

Г. ЧЛИЯНЦ. Коротковолновики — радисты-разведчики и их аппаратура (30—40-е годы) 49
Б. ДЕМЧЕНКО. Кварцевый гетеродин с электронной коммутацией 53
И. ГОНЧАРЕНКО. Помехи от передатчиков и антенно-фидерных систем 55

"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 57

И. НЕЧАЕВ. Автономный светодиодный светильник с ёмкостным реле 57
Д. МАМИЧЕВ. Манипулятор "пишущая машинка" на Arduino Uno 59
С. РЮМИК. Викторина "Микроконтроллеры и генерация звука" 60
С. СМИРНОВ, В. МОШКИН. Генератор импульсов на базе Arduino, управляемый из Labview 62

ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 7, 11, 13, 22, 33, 36, 44, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. Домашний электроакустический орган (см. статью на с. 42).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ПРОВЕРЯЕМ СИСТЕМУ ЗАЖИГАНИЯ
АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ НА МК
КОНСТРУКЦИИ НА МИКРОСХЕМЕ ZXCT1009F
АНТЕННА ДИАПАЗОНА 145 МГЦ

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан для рассылки подписчикам 03.09.2018 г.

Издаётся с 1924 года

РАДИО®

10•2018

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"–"Радиофронт"–"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.09.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-09-00170.

Эра когнитивности

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Когда-то человек, приручив собаку, потерял нюх.
Теперь человек приручил Интернет и начинает терять мозг".

(Из справочника "Цифровая диагностика")

Говорят, что нет пределов человеческому познанию. И любопытству, кстати, тоже. Последнее же довольно часто является причиной развития первого, как, впрочем, и того информационного "взрыва", что наблюдается в течение последних 20...30 лет.

В качестве необходимого условия познания выступает такое свойство каждого человека, как когнитивность. Оно характеризует способность человека к переработке и восприятию информации. Излишне говорить, что когнитивные способности являются проявлением высших функций головного мозга. А в психологии когнитивность считается актом познания, под которым скрываются такие процессы, как память, внимание, восприятие и принятие осознанных решений (эмоции к когнитивным состояниям не относят, поскольку, мол, они возникают бесконтрольно и берут начало из подсознания, о котором человечество знает не так уж и много). Разумеется, когнитивные способности одной человеческой особи могут отличаться от другой в зависимости от генетических особенностей, воспитания или таких индивидуальных черт личности, как ориентация во времени и пространстве, способность к обучению, памяти, типа мышления, речи и прочего, вплоть до каких-либо приобретённых условных инстинктов.

Почему вообще настала пора поговорить о когнитивности? Да потому, что столь стремительно ворвавшаяся в нашу жизнь на волне научно-технической революции информатизация многократно увеличила информационные потоки, которые человек не только должен пропустить через свои органы чувств, но и как-то обработать. Готов ли сформированный за миллионы лет эволюционного развития человеческий мозг (а эволюция человека насчитывает не менее полторы тысячи поколений) к подобным задачам? Ведь они будут расти и множиться.

Не так давно на зарубежных рынках появилась концепция RPA (Robotic Process Automation), которая описывает новую технологию автоматизации бизнес-процессов, базирующуюся на использовании программных роботов (software robot), помогающих человеку справиться с потоком информации. Программный робот — по сути, это программа, которая имитирует действия человека, взаимодействуя с интерфейсом какой-либо информационной системы (к примеру, той, через которую производятся закупки) точно так же, как человек. Что касается цифровой трансформации бизнес-процессов предприятий, которая грезится нам в лице наступающей цифровой экономики, то программные роботы — это одна из прелюдий подобной трансформации. Технология RPA становится интересной, поскольку снижает расходы (на 39 % согласно ISG Automation Index) и количество ошибок, одновременно повышая производительность труда.

Программный робот имеет своё собственное виртуальное рабочее место, почти как человек-работник, при этом робот использует клавиатуру и мышь для внесения данных и перемещения по экранным формам. Разумеется, все эти действия происходят в виртуальной среде и где-нибудь в "облаке", поскольку программному роботу, в отличие от человека, физический экран для управления не нужен.

Программные роботы настраиваются для выполнения действия идентично обычному пользователю, используя "обучение", а не программируются программистами с помощью кода на основе инструкции. И это является особенностью рынка RPA. Ключевой функционал RPA предназначен для бизнес-пользователей, не имеющих технической подготовки, которые смогут интуитивно понятным способом быстро "обучить" (или настроить) программного робота так же, как пользователь может обучить своего нового коллегу. RPA не требует навыков программирования, и человека из бизнеса можно научить самостоятельно автоматизировать процессы с помощью инструментов RPA в течение нескольких недель. При этом многие платформы RPA представляют возможность нарисовать схему (например, в MS Visio), а необходимые действия создаются в виде графических элементов путём перетаскивания, удаления и связывания объектов, представляющих этапы процесса. Получается, что не нужно изменять существующие ИТ-системы — проще автоматизировать работу с интерфейсом, и именно поэтому проекты RPA не требуют дорогостоящих ИТ-навыков и инвестиции в новые ИТ-платформы.

Правда, разгрузить мозг игромана или любителя мультмедийных удовольствий с помощью RPA вряд ли получится. Для этого как минимум должно быть желание "пациента". Зато RPA позволяет дать инструмент бизнес-пользователю для снижения его загрузки рутинными задачами, уменьшает загрузку ИТ-специалистов, позволяет повысить эффективность, качество и экономичность. И, разумеется, когнитивность. Зачем?

Посмотрим немного дальше наметившейся тенденции. Сегодня человек часто ставит задачи, которые не в состоянии решить отнюдь не из-за недостаточности интеллекта, а просто из-за отсутствия достаточного мыслительного ресурса. И, в частности, RPA должна освободить для человека этот ресурс, снизив нагрузку на мозг. Говорят, что в течение вот уже 40...50 тыс. лет мозг человека остаётся более или менее неизменным, как и всё его тело. Да и окружающая человека среда в информационном плане мало чем отличалась и 40 тыс. лет назад, и даже всего каких-нибудь 100 лет назад. В общем, сформировавшийся мозг человека был приспособлен к обеспечению потребностей организма в тех условиях. И если мы возьмём ребёнка из былых времён и посадим его за парту в современной школе, он выучится точно так же, как и все остальные. Мозг-то у него тот же самый, просто наполнение у него будет новое.

Но не подходят ли к пределу те высокие способности мозга человека, которые были заданы ему длившимся много миллионов лет эволюционным процессом? Весьма похоже, что это так и есть. Не стоит забывать, что мозг является ещё и центром управления всем организмом с помощью нервной системы связи. Обрыв или даже нарушение этих связей приводит к заболеваниям вне зависимости от того, чувствует человек этот обрыв связи или нет. Но эти нарушения могут возникать и в самом "центре управления" при его перегрузке информацией. Навязчивые предложения информационных продуктов, разливающееся в социальных сетях безграничное тщеславие и игровые информационные наркотики — такая же нагрузка для мозга, как желание усердного менеджера быть в курсе абсолютно всех событий в постоянно меняющемся и непрерывной усложняющемся информационном окружении для принятия правильных управленческих решений. И очень похоже, что уже сегодня становятся заметными клинические признаки ограничения ресурсов мозга. В частности, специалисты отмечают, что если рост количества сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний практически прекратился, то вперёд вырвались всякого рода неврологические и психиатрические расстройства. Источник этих расстройств понятен не только медицине — это мозг человека.

Когнитивные нарушения, как и любой патологический процесс в организме, не возникают на ровном месте. Чаще всего имеют место быть нейродегенеративные заболевания, патологии сосудов головного мозга, инфекционные процессы, травмы, злокачественные новообразования, наследственные и системные заболевания. Всё это ограничивает ресурсы головного мозга. Но если эти ресурсы ограничиваются из-за банальной перегрузки мозга, то разве это не может вызвать заболевания? Как говорится, дыма без огня не бывает.

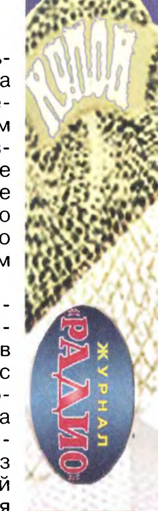
Как заметил Александр Каплан, один из авторитетных российских психофизиологов (на интервью с которым совершенно случайно и без всякой логики автор натолкнулся в Интернете), в столь быстро сложившихся новых условиях мозг будет вынужден как-то эволюционировать, но эволюция процесс небыстрый. В любом случае в обозримом будущем нельзя ожидать каких-либо быстрых изменений с появлением таких вариантов мозга, которые приспособлены, например, к скоростным и мультимедийным информационным потокам. Возможно, здесь ещё не сказала своё слово столь быстро совершенствующаяся генная инженерия, но в любом случае её успехи не будут сразу таким уж массовым явлением. Ресурс мозга, очевидно, не бесконечен и не может угнаться за бесконечной сложностью природы. Где-то придётся остановиться.

Однако же есть и другая проблема — с появлением человека разумного эволюция утратила свой основной инструмент естественного отбора, когда недостаточно приспособленные организмы умирают. Появление водопровода, соблюдение гигиены и хорошо известные успехи медицины вмешались в естественный отбор. И не секрет, что теперь в человеческом социуме выживают и слабый, и сильный, и умный, и не очень умный. И совсем неумный тоже. Современные социальные отношения и медицина в 2...3 раза продлили жизнь человека по сравнению с пещерными временами. Всем находится своё дело, все имеют возможность оставить потомство по мере своих возможностей, а некоторые даже встраиваются в управленческую или производственную вертикаль. Но и ресурсы головного мозга "в среднем по палате" уменьшаются.

Человек издавна занят созерцанием, познаванием и описанием Вселенной. Границы знания находятся в непрерывной динамике. В связи с этим специалисты полагают, что познавательные возможности человека начинают тормозиться недостаточными для этого ресурсами мозга как раз тогда, когда новые знания о Вселенной уже не приносят заметной пользы для жизни человека на Земле. Впрочем, ничего страшного не происходит, потому что вопросами мироздания можно и не задаваться, а обратить материальные и людские ресурсы для получения большего знания и понимания самого себя. При таком подходе как-то сама собой отпадёт надобность в постановке задач, слишком затратных для ресурсов мозга и иной раз даже материальных ресурсов целых стран.

Вот, к примеру, физики искали бозон Хиггса, для чего был построен Большой адронный коллайдер стоимостью 10 млрд долл США (а потом он был ещё и модернизирован). Любой физик скажет, что всё это было нужно для подтверждения теории стандартной модели взаимодействия элементарных частиц. А что даёт завершение этой стандартной модели? Подобные знания не делают человека более счастливым, более сытым или удовлетворённым жизнью. Они лишь удовлетворяют амбиции отдельных учёных, обнаруживающих экспериментальное доказательство своих теорий. Но вы спросите людей на улице, сделал ли бозон Хиггса их счастливыми. Ранее вся наука, сама того не ведая, работала на практику. Всё, что было открыто, включая квантовую физику, тут же шло "в дело". Однако этот ресурс практических реализаций познания Вселенной тоже не безграничен. Вряд ли человечество сможет конвертировать в практические приложения знания о том, как устроены чёрные дыры и белые карлики. Но на это тратятся не только материальные ресурсы, но и ресурсы нашего мозга.

Разумеется, это не те нагрузки, что приводят к массовым невротическим расстройствам, где основной бич — это интенсивные и мультимедийные информационные нагрузки, жизненно необходимые навыки непрерывного учёта этой информации, эмоциональная перегруженность и пр. Впрочем, человек на то и человек, что подсознательно защищается от перегрузок и начинает попросту обходить те виды деятельности, которые слишком затрудняют его мозг (как бы специалистам в области маркетинга и рекламы не хотелось обратного). Уже не новость то, что многие люди живут без





телевизоров, что отлучение детей от всяческих экранов даёт поразительные успехи в образовании и физическом развитии, что среди граждан уже нет такого массового увлечения плейерной загрузкой ушей, что растёт популяция принципиально не находящихся в социальных сетях. Конечно, печально, что люди уже не так, как раньше, тянутся к детальному знанию, а обходятся тем, что приходит к ним из вторичных источников. Но ведь и это часто делается для того, чтобы излишне не напрягать мозг.

Часто можно слышать, что, мол, у нас есть искусственный интеллект (ИИ), которому можно отдать на обработку большие массивы информации. На страницах журнала уже говорилось о том, что на самом деле пока никакого ИИ в том понимании, которое вкладывают в него журналисты и обыватели, не существует. Машины работают алгоритмически, их такими сделали люди. Есть компьютеры, есть инструменты вроде бизнес-аналитики, больших данных, машинного обучения или интеллектуальной инфраструктуры. Есть программы для игры в шахматы. И есть даже чат-боты, которые проходят тесты Тьюринга, но всё это отнюдь не ИИ. К примеру, чат-боты — это просто автоматизированные системы, имитирующие досужие разговоры человека в чате не по собственной инициативе, а по предписанию остроумных алгоритмов программистов. Да, они самообучаемые. Программа так написана, что если ты сделал три ошибки, то больше так не делай. Но самообучение— не признак интеллекта. Натолкнувшись на раздражающую среду, инфузория-туфелька отойдёт в сторону. В следующий раз она постарается сделать это быстрее. Можно построить игрушечную машинку, которая, уткнувшись в стену, больше не поедет в этом направлении. Но какое это самообучение, если мы сами написали эту программу?

Или вот шахматист делает ходы, которые, в принципе, невозможно вычислить даже суперкомпьютеру, потому что эти ходы делаются по наитию, по интуиции, в результате творческого акта, который компьютеру пока неведом. В середине партии шахматист просчитывает всего на 3-4 хода вперёд. Компьютер и этого сделать не может, потому что не считает все ходы, а просто, извините, жульничает. В его памяти, куда компьютер постоянно подглядывает, лежат все более или менее значимые шахматные партии. На соревнованиях шахматисту запрещается пользоваться даже самым малым ноутбуком, ну а машина быстренько просматривает партии, находит вариант с уже известным развитием событий и делает ход из этой партии. Шахматист не может держать столько партий в голове и поэтому не может обыграть компьютер. Все основные варианты, которые уже когда-либо были разыграны, машина знает. Как её обыграешь? И причём тут ИИ? Просто с вами сражается тот, кто имеет огромную память и с неслыханной скоростью перебирает в базе данных, какой вариант больше подойдёт, причём написали эту программу люди, а не сама машина. А человек, к примеру, как это делает?

Интеллектуальная функция человека — это творческий процесс. Так рождается новая стихотворная строка, так открывается новый закон, так делается непредсказуемое предположение. Творческие акты — это признак интеллектуальности, а не просто решение сложных задач. Вот, например, топологическая задача, которую придумал Анри Пуанкаре и только спустя 100 лет решил Григорий Перельман. Когда такую задачку придумает машина, появится повод поговорить об ИИ. А пока компьютеры решают задачи алгоритмическим путём, т. е. предписанным по шагам в строгой логической их последовательности. Шаг в сторону — и уже ничего не получится.

А вот мозг человека, по-видимому, решает свои задачи не так. У него попросту не хватит времени на подобное решение пусть даже относительно несложной задачи. Подчас мысль появляется внезапно, и мы просто не осознаём логическую цепочку, которая привела нас к такому выводу. Решение приходит в голову шахматиста не путём простого пересчёта ходов. Оно не может быть вычислено. Или вот Пуанкаре сделал предположение, что некое топологическое множество гомеоморфно (взаимно однозначное соответствие) трёхмерной сфере. Доказать своё предположение цепочкой логических заключений тогда он не смог. Чувствовал и всё... Уже в наши дни Перельман пошагово расписал алгоритм решения, и потом ещё семь математиков разбирались, что всё верно. Так восстановили цепочку рассуждений, которую Пуанкаре перепрыгнул, как будто заглянул в ответ.

Похоже, что 90 % нашей внутренней аналитической работы скрыто от сознания, но это вовсе не те логические шаги, которые делает машина. Машина должна делать очень точные операции, и у неё на каждой развилке есть правило её преодоления. Человек же почти на каждой развилке делает выбор без логического обоснования. Обоснование приходит потом, если кому-то надо что-то объяснить. Таким образом, везде, во всех наших принятиях решений, присутствует разрыв. Логики нет. Есть то, что мы называем интуицией. Откуда это берётся? Какова природа этой интуиции? Обычно говорят, что это, мол, обобщение опыта, но это общие слова. У кого-то, допустим, был маленький опыт, но он пришёл к правильному решению. А у другого человека был большой опыт, и он всё неправильно сделал. Похоже, дело не в складированном в базе данных опыте, а в способе его обобщения.

Однажды знаменитый физик и нобелевский лауреат Ричард Фейнман заинтересовался, как учёные делают свои открытия. Проанализировав научные удачи коллег, он пришёл к выводу, что все великие научные открытия сделаны внелогическим путём. Точнее, вся дорожка к этим открытиям выложена короткими цепочками — последовательностями логических ходов — и широкими провалами, через которые приходилось совершать прыжки. Следующая логическая цепочка — опять прыжок. Фейнман задался вопросом: как же учёные приходят к открытию? И сам же ответил: они догадываются. Но компьютеру нельзя прописать в программе: "догадайся". Хотя бы потому, что мы не очень понимаем, как работает наш мозг. Получается, без мозга пока никуда и заменить его не получится. Зато можно помочь.

Наиболее актуальная на сегодня проблема — как расширить ресурсы человеческого мозга в связи с уже имеющимися признаками перегрузки. Ведь это касается не просто состояний мозга, но и психического благополучия человека, его личности. Понятно, что для расширения ресурсов мозга речь не идёт о применении фармакологических веществ, генетических и хирургических вмешательствах и прочих попыток изменения природы человека. Для повышения когнитивности нужно придумать нечто такое, что не изменит, но дополнит естественную работу мозга вспомогательными электронными модулями, которыми мозг сможет пользоваться по мере необходимости. Например, модулями памяти, быстрого счёта, визуализации и даже модулем передачи команд внешним исполнительным устройствам по радиоканалу.

С одной стороны, ничего нового здесь нет, мы и без того уже давно пользуемся многочисленными гаджетами. Однако если все эти гаджеты будут соединены с мозгом прямым информационным каналом, то намечается уже революция по формированию homo augmenticus (человека дополненного). В настоящее время в рамках проекта "НейроЧат" Александр Каплан разрабатывает нейроинтерфейсные технологии для обустройства жизни людей, которые в силу разных обстоятельств лишились способности к движению и речи. Для них такой нейроинтерфейсный канал становится едва ли не единственной возможностью связи с внешним миром.

Когда-нибудь гаджеты будут снабжены соответствующими нейроинтерфейсами, а сами гаджеты смогут размещаться под кожей подобно кардиостимуляторам. Впрочем, первые успехи в управлении мыслями, например, открыванием дверей, человечество уже сделало. И неспроста над будущими абонентскими устройствами мобильной связи работают не только радиоинженеры, но и психофизиологи. Но в любом случае это будут лишь вспомогательные устройства для разгрузки головного мозга.

Что же касается "настоящего" ИИ, то это будут машины со своим внутренним миром, чего в настоящее время не наблюдается. И тогда они

действительно станут потенциальным конкурентом человеку, о чём человечество уже предупреждали учёные. Правда, это уже будут не машины, а существа с правом на выбор своего места под Солнцем. Если же они ещё и будут построены на чём-то более надёжном, чем органический мозг человека, то, возможно, человеку придётся даже потесниться (возможно, занявшись играми и мультимедийными развлечениями). Но в любом случае это будет нескоро (может, оно и к счастью).

А пока, используя такие когнитивные технологии как RPA, бизнес-пользователи быстро переходят от сравнительно простого создания правил для обработки структурированных данных и начинают автоматизировать нестандартные процессы, требующие, к примеру, голосового взаимодействия на естественном языке, распознавания изображений и образов, нечёткой логики для работы с неструктурированными данными. Освобождая ресурсы своего драгоценного мозга для очередных прыжков между логическими цепочками принятия решений. Для интуиции, в общем...

*По материалам **PCWeek, rusbg.com, odepressii.ru, m.dp.ru***

ЦНИИС — 100 лет



С. МИШЕНКОВ, д-р техн. наук, г. Москва

В ноябре Центральному научно-исследовательскому институту связи (ЦНИИС) исполняется 100 лет. Редакция попросила члена редколлегии журнала, доктора технических наук, профессора Сергея Львовича Мишенкова, который в советское время работал в ЦНИИСе, написать статью об истории флагмана отечественной науки в области связи.

Очень трудно описать жизненный путь основного Научного института отрасли связи России. Трудно из-за необходимости выбрать важнейшие темы из обширнейшего объёма исследований, охватывающего все вопросы отрасли связи, а ещё труднее писать о сотрудниках, каждый из которых внёс свою лепту в развитие отрасли. Никто не должен быть забыт, но даже на краткие упоминания о работах каждого не хватило бы всего журнала.

Мне посчастливилось работать в ЦНИИСе после окончания института, но связь с ним и работа с его сотрудниками не прерывается до настоящего времени. Знание истории развития связи, "науки" связи полезно и молодым, и пожилым, независимо от профессии. Моё восприятие истории ЦНИИСа субъективно, что позволяет надеяться на снисхождение к неполноте представленного материала.

Коммуникации — обязательная составляющая взаимоотношений в любом сообществе, основа существования, жизни каждого отдельного члена. Совершенствование техники телекоммуникаций присуще развитию общества. Россия всегда славилась учёными и изобретателями, в том числе и в области связи. В царской России наука поощрялась, сложнее было отношение к собственному производству — в основном работали филиалы иностранных фирм. Главной бедой была разрозненность предприятий, отсутствие единого руководства разработками средств связи.

Понимая важность задачи, 11 ноября 1918 г. Коллегия при Народном Комиссаре почт и телеграфов (НКПиТ) постановила учредить Научно-испытательные телефонно-телеграфные станции в Москве и Петрограде. С этого дня — дня образования первых научных учреждений отрасли связи — ведёт свою историю ЦНИИС.

На заседании Технического совета НКПиТ 20 декабря 1921 г. было утверждено "Положение о научно-испытательных телеграфно-телефонно-радиотехнических станциях Комиссариата почт и телеграфов в Москве и Петрограде", в котором предельно чётко сформулировано:

"Н. И. (научно-испытательные) станции предназначаются для рассмотрения и исследования в лабораторной и практической обстановке технических вопросов, возникающих при обслуживании телеграфной, телефонной и радиосвязью потребностей РСФСР, а также для работ по изобретению и усовершенствованию различных приборов и аппаратов, могущих быть применёнными в области телеграфно-телефонного и радио-дела".

"Н. И. станции изыскивают наиболее рациональные способы технической эксплуатации телеграфных, телефонных и радио-сооружений...".

"Н. И. станции временно помещаются в зданиях Центральных телеграфных контор в Москве и Петрограде и пользуются от последних энергией для освещения, моторов и питания телеграфных и телефонных сетей, сетью телеграфных проводов и мастерскими по соглашению с соответствующими учреждениями НКПиТ".

Как видно из "Положения...", основная задача станций — научное обеспечение развития и эксплуатации средств связи. Работники станций освобождались от службы в армии, им обеспечивался рабочий паёк. Первым заведующим Научно-испытательной станции в Москве был назначен Михаил Михайлович Божко-Степаненко (перед этим он был начальником Петроградского, а затем Московского управления городских телеграфов).

Множество связистов творили историю связи, деятельность каждого заслуживает подробного описания.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Вспомним руководителей, много сделавших для развития института.

В то тяжелейшее время (шла гражданская война), "хотя основное внимание обращалось на текущую работу по восстановлению нарушений связи, но вместе с тем делалось всё возможное для того, чтобы изыскать пути к лучшему техническому устройству на телеграфе, телефоне и, в особенности, на радиотелеграфе. Были собраны лучшие инженеры для организации ряда опытов и разработки такой конструкции аппаратов, которые наиболее пригодны в условиях сети Советской России", — отмечено в отчёте о науке НКПиТ на VIII съезде Советов (1920 г.).

Для удовлетворения растущих требований росло число Н. И. станций при предприятиях связи. В Москве появились Н. И. станция при телефонной сети (МГТС), радиоиспытательная с отделениями при Люберецкой приёмной станции и при передающей радиостанции им. Коминтерна. Для руководства этими и подобными станциями в НКПиТ был образован Научно-технический отдел.

Дальнейшие реорганизации привели к образованию Центральной лаборатории связи, которая объединила Научно-технический отдел НКПиТ, все московские и ленинградскую Н. И. станции и техническую библиотеку НКПиТ. Произошла интеграция запросов эксплуатации, разработки отдельного оборудования, систем связи и обучения персонала для всех видов электросвязи.

Особенно надо отметить слияние с Научно-техническим отделом Наркомата, что подчёркивает профессиональную подготовку его сотрудников к ведению научно-исследовательской работы, в то же самое время повышает её качество, поскольку сотрудники Наркомата обладают большим объёмом общесистемных знаний, представляя всю инфраструктуру связи России. Такой приём формирования научного коллектива будет широко применяться в дальнейшем, и не только в отрасли связи.

Научные работы охватывали все направления связи:

Радиосвязь — разработаны первые радиоприёмники и устройства пишущего приёма, исследовалось распространение радиоволн, разработаны первые автоматические ионосферные станции, радиоизмерительные приборы, в сотрудничестве с Пулковской обсерваторией разработан метод передачи сигналов точного времени, осуществлена междугородная передача сигналов механического телевидения по радиоканалу.

Линии связи — разрабатывались методы борьбы с помехами от внешних электромагнитных воздействий линий электропередач, от взаимного влияния линий электросвязи, разработана теория и практика скрещивания цепей воздушных линий связи (вспомните множество проводных пар на телеграфных столбах). Эти работы проводились под руководством профессора Павла Кузьмича Акульшина.

Телеграфная связь — повышение пропускной способности телеграфных линий. Под руководством профессора Павла Андреевича Азбукина проводились работы по внедрению телеграфных регенерационных станций (трансляций), подтональному телеграфированию (телеграфные токи — в полосе частот ниже 87 Гц, телефонные — выше 150 Гц). Владимир Афанасьевич Дубовик руководил исследованиями по надтональному телеграфированию в полосе частот 6100...9100 Гц, Леонид Иванович Тремль разработал первый в России стартстопный буквопечатающий телеграфный аппарат.

Дальняя связь — первые телефонные трансляции с усилителями Валентина Ивановича Коваленкова. Разработана теория усилителей для линий большой протяжённости профессором Николаем Александровичем Баевым.

Все разработки внедрялись на магистралях между Москвой, Петроградом, Ростовом, Харьковом... Закладывалась магистральная сеть связи страны.


Павел Кузьмич Акульшин.


Павел Андреевич Азбукин.


Николай Александрович Баев.

В 1932 г. была проведена реорганизация всей инфраструктуры связи страны, что привело к образованию Научно-исследовательского института связи (НИИС).

Поражаешься, анализируя задачи и состав института: добавились лаборатории по разработке аппаратуры для концентрического кабеля, лаборатории распространения радиоволн и антенн, лаборатория радиопередающих устройств, магистральных и местных радиолиний, стабилизации и контроля частот, широковещания и акустики, телевидения и ультракоротких волн, электрофизическая (с группами нелинейных колебаний, акустики и светотехники), техноэкономических исследований — всего 25 лабораторий.

Кроме задач развития и эксплуатации средств связи, НИИС поручалось научно-техническое руководство и координация работ научно-исследовательской сети Н. И. станций при Управлениях связи, лабораторий при заводах и научно-исследовательских отделов вузов связи, координация

работ научно-исследовательских учреждений СССР, работающих в области связи.

Многообразие задач, разбросанность отделений по стране (кроме ленинградского отделения, добавилось киевское) затрудняло управление институтом. Во второй половине тридцатых годов по стране шла волна репрессий, которая не могла не затронуть институт, — кадровая чехарда, бездоказательные обвинения и увольнения сотрудников по "политическим" мотивам, особенно его руководителей. Завершился этот тяжёлый период преобразованием в марте 1940 г. в Центральный научно-исследовательский институт связи, в который вошли 30 лабораторий, охватывающих все направления развития связи.

Вот некоторые разработки НИИС и ЦНИИС до 1941 г.

Разработана уникальная аппаратура многоканальной однополосной радиосвязи на линии Москва—Хабаровск под руководством Владимира Александровича Котельникова, который по праву считается творцом теории современной связи. Его труды "О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи" и "Способ засекречивания радиотелефонной передачи" стали основой цифровизации и защиты информации.

В Москве введён в эксплуатацию опытный узел для трансляции телевидения по проводам.

Л. И. Тремлем разработан буквопечатающий стартстопный телеграфный аппарат с пружинным двигателем для населённых пунктов, не имеющих электроснабжения. Созданы однократные и шестикратные аппараты с автоматическим повтором для работы по радиоканалам с замираниями, девятикратный аппарат системы Бодо с электронными реле вместо электромеханических, позволившие получить максимально допустимое быстродействие радиолиний (Москва—Новосибирск). Наряду с временным уплотнением, начали разрабатывать аппаратуру с частотным уплотнением (18 телеграфных каналов через 120 Гц между несущими частотами на линии Москва—Ташкент).

Налажен серийный выпуск фототелеграфных аппаратов ЗФТ-А4 и проведены опыты передачи на этих аппаратах центральных газет в Свердловск и Новосибирск.


Владимир Осипович Шварцман.


Александр Степанович Блохин.


Ольга Дмитриевна Пустовойтенко.

Создана трёхканальная аппаратура передачи по воздушным линиям связи СМТ-34, СМТ-35, ОСМТ-35, которая позволила организовать самую длинную в мире на то время телефонно-телеграфную линию Москва—Хабаровск.

Первая двенадцатиканальная система передачи по воздушным линиям была разработана под руководством Марка Уриевича Поляка совместно с заводом "Красная Заря" и ЛОНИИСом. Он пришёл в НИИС в 1938 г. и практически сразу возглавил лабораторию систем уплотнения, которой была поручена эта разработка. Система передачи Москва—Ленинград была введена в строй в день начала Великой Отечественной войны.

Под руководством Михаила Николаевича Стоянова совместно с заводом "Красная Заря" созданы междугородные телефонные станции и городские АТС.

Довоенные разработки ЦНИИСа сейчас кажутся не очень сложными, но они были первыми, предварительно создавалась теория процессов, общая теория связи. Разрабатываемое оборудование соответствовало действовавшим международным рекомендациям, поражала изобретательность разработчиков, вынужденных применять несовершенную элементную базу.

Ведущие специалисты писали учебники, преподавали в институтах. Практически все приходящие в ЦНИИС молодые сотрудники заканчивали МЭИС, МЭИ, МВТУ или работали и учились в них.

В первые дни войны 130 сотрудников были мобилизованы в действующую армию в военно-восстановительные батальоны связи. Обеспечивались проектирование, организация и эксплуатация систем связи на основных фронтовых направлениях.

В начале войны применялось в основном отечественное оборудование связи, часть которого разрабатывалась в ЦНИИСе. Знания и опыт разработчиков были неоценимы при его эксплуатации. Во второй половине войны начало поступать иностранное оборудование, поставляемое по ленд-лизу и захваченное в боях. Сопряжение и запуск разнотипного оборудования при организации каналов связи были под силу лишь инженерам высокой квалификации. Шестнадцать сотрудников отдали жизнь в борьбе с фашистскими захватчиками. Их фамилии увековечены на мемориальной доске в институте.

Несмотря на эвакуацию, оставшиеся в тылу сотрудники обеспечивали работу основных направлений связи. Осуществили передачу центральных газет в Куйбышев, разработали и организовали производство оборудования передачи сигналов звукового

вещания по высокочастотным системам связи.

По мере освобождения территорий восстанавливалась инфраструктура связи, прорабатывались пути её совершенствования. Основная задача — переход с воздушных сетей на кабельные.

Главными направлениями работы института в первое десятилетие после Победы стали разработка, внедрение и эксплуатация симметричных и коаксиальных кабелей и последовательная разработка систем связи. Многообразие тех и других определялось предназначениями — для местной или для магистральной связи.

Рост ёмкости системы определял рост требуемой полосы пропускания тракта. Для исследования кабелей различных марок в Подмосковье был построен полигон, где под руководством Владимира Осиповича Шварцмана проводились измерения параметров, требуемых для проектирования системы связи в целом. Исследования велись с опережением по значениям частот текущих задач, так родились кабели для систем К-12, К-24, К-60, К-120 — симметричные кабели (цифры означают число каналов) и для "лебединой песни" ламповой аппаратуры К-1920 — коаксиальные кабели.

Электронное оборудование (усилители, устанавливаемые через каждые 6 км, энергоснабжение по тому же кабелю, управление и контроль) создавалось под руководством Александра Степановича Блохина совместно с НИИ дальней связи. ЦНИИС разрабатывал теоретические основы системы, проверял её на действующих макетах, НИИ дальней связи воплощал в действующий образец, который налаживали и принимали в опытную эксплуатацию вместе с сотрудниками эксплуатационного предприятия и ЦНИИСа. Этот триумвират дорабатывал все элементы системы, и начинался её серийный выпуск.

В 1947 г. из тематики ЦНИИСа выделились радионаправления — был образован Научно-исследовательский институт радио — НИИР, первоначально называвшийся НИИ 100. Однако осталась крупная работа по нормированию показателей качества каналов передачи сигналов звукового вещания, которой руководил Исаак Евсеевич Горон.

Теоретическое обоснование необходимости построения, архитектура систем связи закладывались в СССР на два-три года раньше, чем во всём мире, а серийный выпуск запаздывал на год-полтора. Однако необходимо учесть, что применялась только отечественная элементная база, производство которой осваивалось в этот же срок. В дальнейшем ламповые аналоговые системы были переведены на полупроводниковые приборы под руководством Нины Эдуардовны Поповой и Ольги Дмитриевны Пустовойтенко. Система К-60П стала самой распространённой системой передачи на симметричных кабелях.

По инициативе и под руководством М. У. Поляка была разработана многоканальная аппаратура межстанционной связи для городских телефонных сетей — КРР, впоследствии "Кама". Особенность этой аппаратуры — в отсутствии моточных изделий и кварцевых фильтров, значительно удорожающих изделия. В ней был применён фазоразностный метод формирования однополосного сигнала.

В конце 50-х годов перед системами связи, помимо передачи сигналов телеграфа, телефона, звукового и телевизионного вещания, встала задача передачи данных как для обеспечения работ по управлению народным хозяйством, так и в военных целях. Началось внедрение в связь цифровых технологий, в начале наложенных на аналоговые каналы передачи.

Период 1957—1977 гг. в ЦНИИСе всецело связан с деятельностью Сергея Артёмовича Аджемова (сначала — заместитель начальника по научной работе, с 1961 г. — начальник института). Работа на предприятиях связи, а с 1944 г. в Наркомате, Министерстве связи СССР сформировала у него системный подход к анализу тенденций развития техники связи, поиску наиболее важных направлений для исследований и разработок. Именно благодаря Сергею Артёмовичу ЦНИИС оказался на переднем крае всемирной науки связи. Сотрудники вспоминают его человечность, заботу о людях, его умение находить возможности общения с каждым. Вспоминаю, как, привезя из командировки в США радиоуправляемую модель самолёта, он вначале дал поиграть своим замам, начальникам отделов и молодым инженерам, а лишь затем отвёз её домой — сыновьям.

Шуточный лозунг ЦНИИСа "Все в землю ляжем" получил продолжение: "Всё в цифре будет". Например, для отработки системы противоракетной обороны была организована цифровая сеть Львов—Уссурийск—Сары-Шаган—Москва как по наземным каналам, так и по каналам тропосферной радиорелейной связи через приполярные области. Принцип связи — пакетный с переспросом (подтверждением приёма) каждого пакета. Аналогичные системы в США для связи двух университетских компьютеров появились



Валентин Иванович Кирсанов.



Галина Владимировна Симонова.



Николай Никифорович Етрухин.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

лишь через 20 лет. В качестве модемов применялись блоки ранее разработанной под руководством Валентина Ивановича Кирсанова аппаратуры частотно-временного телеграфирования.

В 1962 г. была образована лаборатория магнитной записи различных сигналов связи (фототелеграф, фотогазета, передача данных), включая боевое документирование и автоматический непрерывный контроль работоспособности протяжённых сквозных каналов, руководил которой Вячеслав Андреевич Ваценко. В лаборатории были созданы специальный аппарат для записи фототелеграмм; макет для записи сигналов фотогазеты, в котором впервые была осуществлена импульсная запись изображений и электронная компенсация временных сдвигов сигнала из-за неравномерности движения ленты; макет поперечной записи на широкую ленту; макет устройства, обеспечивающего переменную, регулируемую задержку на магнитном барабане; отработаны поиск места и синхронизация считывания данных с двух записей, сделанных в разных точках канала (Москва—Владивосток) для измерения достоверности. Зимой 1963—1964 гг. осуществлена запись перехвата искусственного спутника земли. Особое внимание обращалось на достоверность работы трактов магнитной записи. Это далеко не полный перечень работ коллектива, ядро которого (В. А. Ваценко, Ю.-К. В. Розенкранц, Е. В. Розанов, Е. И. Сергеев, В. П. Климов) перешло из МЭИСа, а 15 человек — студенты выпуска 1963 г. МЭИС и МИЭМ.


Ашот Гарегинович Мурадян.

Лаборатория магнитной записи приведена как пример формирования новых лабораторий, новых направлений работы ЦНИИСа, в конечном итоге — обучения и воспитания сотрудников.

В институте были образованы отделы передачи данных: общесистемный, возглавляемый Галиной Владимировной Симоновой, затем Николаем Никифоровичем Етрухиным, и разрабатывающий аппаратуру, обеспечивающую достижение необходимой достоверности, надёжности и живучести, которым руководил Вадим Сергеевич Гуров.

Для измерений и контроля работоспособности любой новой аппаратуры разрабатывались специальные измерительные комплексы и системы электропитания.

Помимо конкретных конструкторских работ, в институте проводились исследования волноводных линий (Виктор Максимович Дмитраченко) и атмосферных оптических линий связи (Ашот Гарегинович Мурадян). Первая атмосферная линия связи соединила две территории ЦНИИСа.

(Окончание следует)

Анализатор спектра звукового сигнала

Н. ОСТРОУХОВ, г. Сургут Тюменской обл.

Этот анализатор предназначен для встраивания в УМЗЧ и другие устройства, предназначенные для воспроизведения музыки и другой акустической информации. Он позволяет наблюдать на светодиодном табло текущее распределение энергии звукового сигнала по семи частотным полосам, середины которых лежат в интервале от 63 до 16000 Гц.

Схема семиполосного анализатора спектра представлена на **рис. 1**. Сигнал с выхода УМЗЧ поступает на разъём XS1. Резисторы R1—R3 образуют сумматор сигналов левого и правого стереоканалов. Далее через конденсатор C2 сигнал поступает на вход одного из двух каналов усилителя DA1 BA3308 [1]. Вход второго канала усилителя соединён с общим проводом, а к выходу подключён конденсатор C7, чтобы исключить влияние этого канала на работу встроенной в усилитель системы АРУ. При амплитуде входного сигнала от 1 до 18 В, что соответствует мощности от 0,125 до 40 Вт на нагрузке 4 Ом, амплитуда сигнала на выходе (выводе 3) DA1 поддерживается равной 1,1 В.

С делителя напряжения R21R22 сигнал амплитудой 100...150 мВ подан на вход семиполосного фильтра, собранного на специализированной микросхеме MSGEQ7P [2] DA2. От усиления входного сигнала и АРУ можно отказаться, подав входной сигнал на разъём XS2. При этом нужно снять перемычку S1, чтобы разорвать соединение выхода УМЗЧ DA1 с входом микросхемы DA2.

Длительность формируемого элементом DD1.1 импульса Reset высокого логического уровня задана постоянной времени цепи R7C1. Через элемент DD1.2, резистор R24 и транзистор VT1 он поступает также на вход R счётчика DD2 и устанавливает его в исходное состояние: на выходе 0 (выводе 3) — высокий уровень, на остальных выходах — низкий.

Установившийся на выходе элемента DD1.3 по окончании задержанного цепью R12C8 импульса Reset высокий уровень разрешает работу мультивибратора на элементе DD1.4. Длительность формируемых им импульсов Strobe зависит от скорости разрядки конденсатора C10 через резисторы R15, R18 и диод VD1, а пауз между ними — от скорости зарядки этого конденсатора через резистор R18 и диод VD2.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

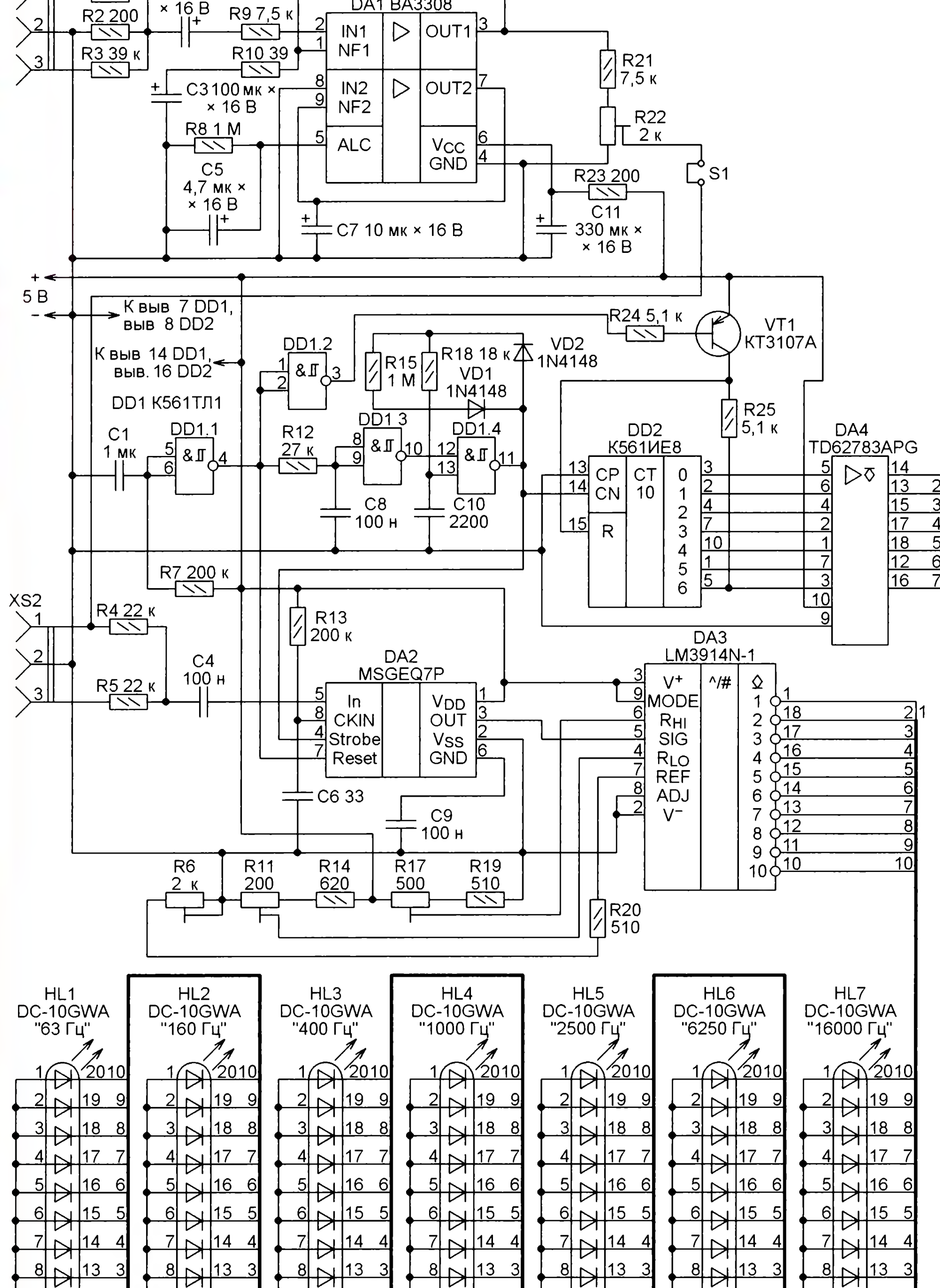


Рис. 1

Микросхема DA2 содержит семь полосовых фильтров с центральными частотами 63, 160, 400 Гц и 1, 2,5, 6,25 и 16 кГц. Их АЧХ соответствуют колебательным контурам с добротностью 6. К выходам фильтров в микросхеме подключены выпрямители, выходные сигналы которых встроенный коммутатор на семь положений поочерёдно подаёт на выход микросхемы. Первый по окончании импульса Reset нарастающий перепад импульса Strobe соединяет с выходом коммутатора выход выпрямителя фильтра 63 Гц. Время установления выходного сигнала — 36 мкс. Каждый следующий нарастающий перепад Strobe переключает фильтры в направлении увеличения частоты по кругу до тех пор, пока вновь не поступит импульс Reset.

По нарастающим перепадам импульсов Strobe срабатывает и счётчик-дешифратор DD2. "Бегущий" по его выходам высокий логический уровень поочерёдно через ключи микросхемы TD62783APG [3] DA4 подключает аноды светодиодных шкал HL1—HL7 к цепи +5 В.

Сигнал с выхода микросхемы DA2 поступает на вход преобразователя напряжения в позиционный код LM3914N-1 [4] DA3. Чем больше поданное на его вход SIG напряжение, тем больше выходов этой микросхемы будет включено и тем выше будет светящийся столбик на подключённой в этот момент к источнику питания светодиодной шкале.

Печатная плата для анализатора не разрабатывалась. Он собран на макетной плате. Однако светодиодные шкалы размещены на печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 2**. В собранном виде эта плата изображена на **рис. 3**.

При правильной сборке устройство заработает сразу же. Нужно лишь проконтролировать длительности низкого (20...30 мкс) и высокого (1...1,4 мс) логических уровней импульсов Strobe на выходе элемента DD1.4. После этого подайте на разъём XS1 сигнал частотой 1 кГц и амплитудой не менее 1 В, при которой в микросхеме DA1 гарантированно работает АРУ. Наблюдая на экране осциллографа сигнал на выводе 3 микросхемы DA2, подстроечным резистором R22 установите амплитуду "столбика" осциллограммы, соответствующего частоте 1 кГц, равной 3...3,5 В.

Поскольку на выходах фильтров даже в отсутствие сигнала на их входах имеется небольшое напряжение смещения, возможно свечение нижних элементов светодиодной шкалы. Для его устранения соедините между собой все контакты разъёма XS1 и, перемещая движок подстроечного резистора R11, погасите нижние сегменты. Подстроечным резистором R6 отрегулируйте яркость свечения светодиодов, он управляет источниками выходного тока в микросхеме DA3. Последнюю регулировку (подстроечным резистором R17) выполните при нормальной работе анализатора так, чтобы светящиеся столбики на светодиодных шкалах были как можно выше, но не слишком часто достигали предельной высоты.

Для формирования сигналов Reset, Strobe и управления индикатором вместо узла на микросхемах DD1 и DD2 можно применить микроконтроллер ATtiny2313A-PU. Схема его подключения к анализатору показана на **рис. 4**. Предварительно нужно удалить из анализатора микросхемы DD1, DD2, диоды VD1, VD2, транзистор VT1, резисторы R7, R12, R15, R18, R24, R25, конденсаторы C1, C8, C10.

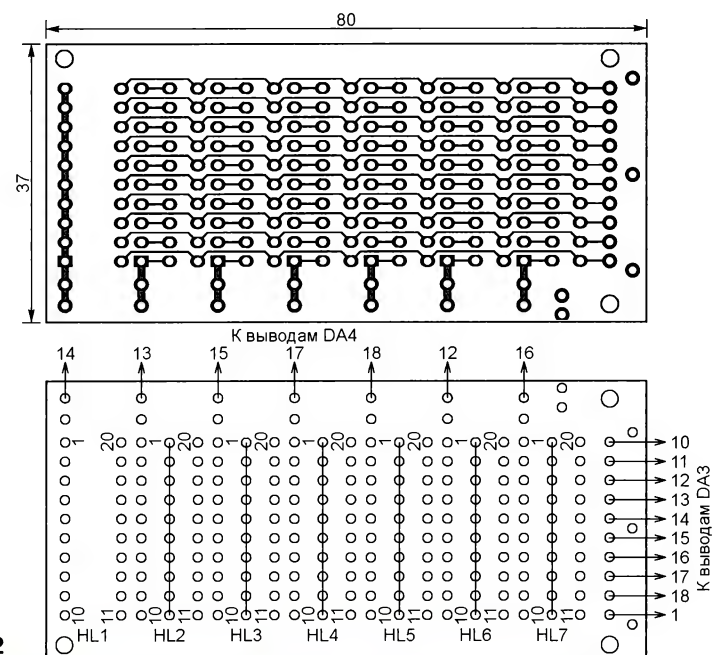


Рис. 2

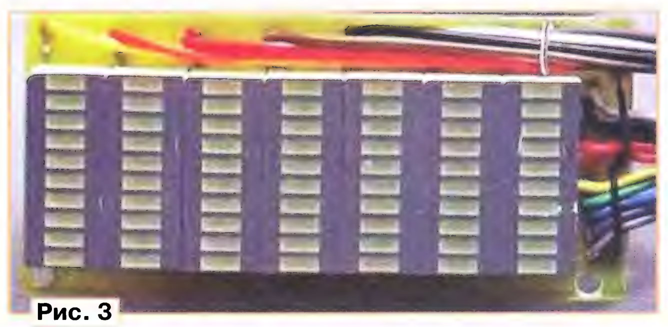


Рис. 3

И ещё несколько слов о микросхеме MSGEQ7P. Она может тактироваться как от внутреннего генератора, так и от внешнего частотой не более 500 кГц, который подключают к входу CKIN DA2. При использовании внутреннего генератора тактовая частота зависит от постоянной времени цепи R13C6. Сетка частот 63—16000 Гц получается при тактовой частоте 165 кГц. Пропорционально ей изменяются и все частоты сетки. Тактовые импульсы от внешнего генератора подают на вывод 8 этой микросхемы, отключив от него конденсатор C6.

Минимальный период повторения импульсов Strobe — 72 мкс. Его можно увеличить, но следует иметь в виду, что в микросхеме после полосовых фильтров, детекторов и коммутатора имеется ещё конденсатор, запоминающий уровень сигнала. Поэтому с началом каждого импульса Strobe сигнал на выходе быстро устанавливается, а в течение его медленно спадает.

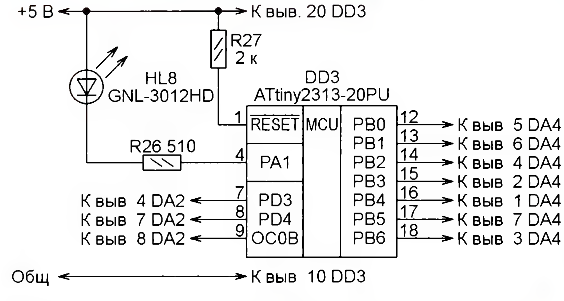


Рис. 4

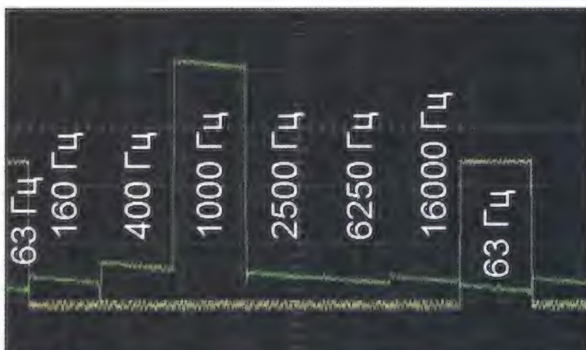


Рис. 5

На **рис. 5** показаны осциллограммы сигналов на выводе 3 счётчика DD2 (жёлтого цвета) и на выводе 3 микросхемы DA2 (зелёного цвета) при входном сигнале частотой 1 кГц. Скорость развёртки — 200 мс/дел. Хорошо видны медленный спад вершины импульса на выходе фильтра 1 кГц и смещение напряжения на выходах остальных фильтров.

Анализаторы спектра, подобные микросхеме MSGEQ7P, имеются в аудиопроцессорах TDA7416, TDA7419, а также в микросхемах BA3826, BA3830, BA3834 и BA3835, но MSGEQ7P проще в применении и упакована в удобный для монтажа корпус DIP8.

ЛИТЕРАТУРА

1. BA3308 Dual Preamplifier with ALC. — URL: **http://www.unisonic.com.tw/datasheet/BA3308.pdf** (10.07.2018).

2. MSGEQ7 Seven Band Graphic Equalizer. — URL: **https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/General/MSGEQ7.pdf** (10.07.2018).

3. TD62783APG, TD62783AFWG 8ch High-Voltage Source Driver. — URL: **http://lib.chipdip.ru/035/DOC001035060.pdf** (10.07.2018).

4. LM3914 Dot/Bar Display Driver. — URL: **https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3914.pdf** (10.07.2018).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Первый полюс в АЧХ и его влияние на параметры усилителей с общей ООС

А. ПЕТРОВ, г. Могилёв, Белоруссия

Использование моделирования электронных схем позволяет проводить их сравнительный анализ без учёта влияния неудачных конструкторских решений на фактические параметры усилителей.

В статье показаны достоинства выбора частоты первого полюса АЧХ выше полосы ЗЧ — улучшение целого ряда параметров и характеристик усилителя мощности ЗЧ с общей обратной связью, работающего в режиме класса АВ. Это исследование проведено на модели УМЗЧ, сконструированного в своё время Дугласом Селфом, известным разработчиком аудиоаппаратуры и автором ряда книг и статей по звукотехнике.

Явное большинство операционных усилителей, микросхем УМЗЧ (да и УМЗЧ на транзисторах с общей ООС) построены по структурной схеме Лина (Хуан-Чан Лин) — базовой или модифицированной. Во всём мире выпущено множество книг по усилителям звуковой частоты с такой топологией. Одна из подобных книг многократно переиздана, и третье её издание выпущено в России [1]. В ней автор обосновывал использование простейшей коррекции Миллера, как наиболее эффективной и полезной с точки зрения уменьшения искажений на высоких частотах. Там же приведены результаты многих исследований различных параметров: зависимости коэффициента гармоник ($K_г$) от частоты, от выходной мощности; выходного сопротивления вблизи перехода через ноль при различных токах покоя и пр., кроме спектрального анализа. Там описывается способ повышения глубины ООС на ВЧ на 20...30 дБ и более при использовании двухполюсной коррекции ЛАЧХ. Несмотря на улучшение параметров УМЗЧ, измеряемых в установившемся режиме, автор осторожен в рекомендациях по её использованию.

качество звучания даже лучше, чем у усилителей с меньшим $K_г$, стали изучать спектральный состав продуктов искажений. Выяснилось, что к гармоникам малого порядка (до четвёртой включительно) человеческий слух имеет низкую чувствительность. Были предложены взвешивающие коэффициенты для гармоник, но они так и не прижились, иначе выяснилось бы, что большинство продукции просто невысокого качества.

Немного дальше пошёл в этом направлении Д. Чивер. В дипломной работе [2] он предложил универсальную концепцию, требующую взвешивания продуктов нелинейных искажений более высокого порядка, наиболее неприятных для слуха, по сравнению с менее заметными низшими гармониками. Отдельно, в результате исследований психоакустики слуха, были получены математические выражения для оценки его нелинейности (искажений внутри уха). Эти два результата он связал между собой и предложил методику взвешивания гармоник на основе безразмерного показателя качества, который численно характеризует степень отклонения огибающей функции гармоник усилителя от аурального маскирования. Эта методика получила название "полное слуховое несоответствие" (Total Aural Disconsonance или TAD).

Как аналитически, так и с помощью экспериментальных измерений ряда усилителей в работе Д. Чивера показано, что применение отрицательной об-

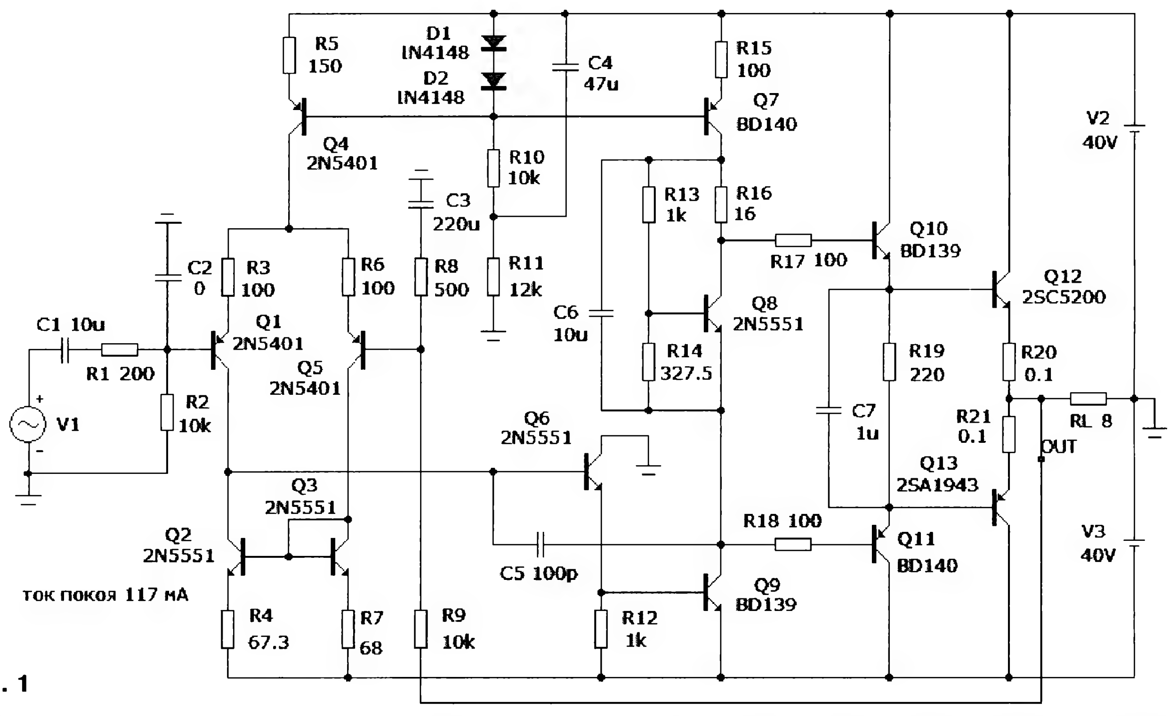


Рис. 1

показано, что при трёхкаскадной структуре (входной каскад, усилитель напряжения, выходной каскад — как правило, усилитель тока) и использовании коррекции Миллера максимально достижимая глубина ООС на частоте 20 кГц не может превышать 30...40 дБ. В книге

Общеизвестно, что коэффициент гармонических искажений усилителя (чаще всего приводится на одной частоте — 1 кГц) слабо соотносится с его качеством звучания. Когда столкнулись с тем, что для некоторых усилителей с большим $K_г$ субъективно оцениваемое

ратной связи, независимо от её глубины, даёт худшую величину показателя TAD.

Задолго до публикации работы Д. Чивера разработчики некоторых компаний отрасли поняли, что корень зла в общей ООС, и начали либо отказывать-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

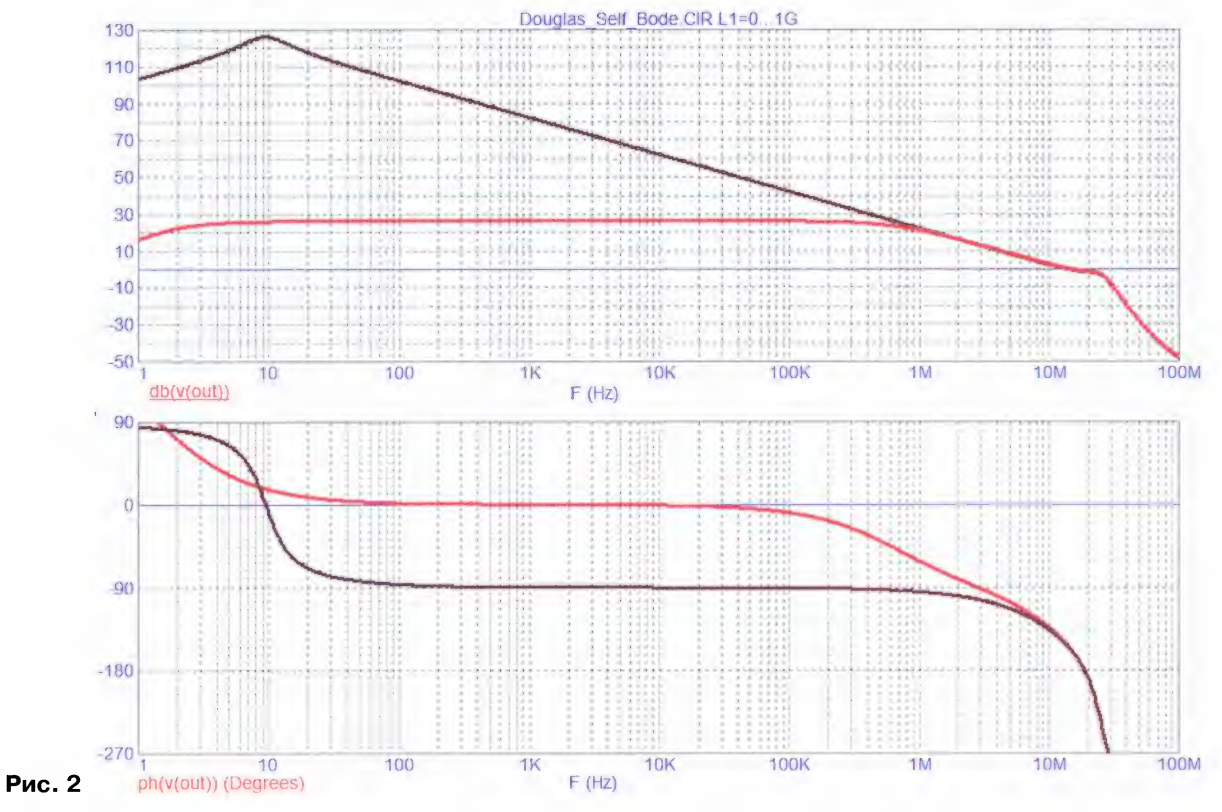


Рис. 2

ся от неё (усилители Denon POA-2200, POA-3000, POA-6600 и др.; Sony TA-N902, Densen BEAT B100, Tandberg PA3006, TPA-3026; VK-500, The End Millenium [3], Akai AM A-90, darTZeel NHB-108 и др.), либо при сохранении ООС повышать частоту первого полюса (на которой спад АЧХ усилителя равен 3 дБ) так, чтобы петлевое усиление в звуковой полосе было постоянным (усилители Harman Kardon HK870, HK970 и др.; Lynx-16, Lynx-17).

По поводу выбора оптимальной частоты первого полюса в АЧХ можно встретить дискуссии с весьма противо-

Douglas_Self_Loop-Gain.CIR
db(v(out)) ph(-v(out)) (Degrees) F (Hz)

Рис. 3

речивыми мнениями [4]. Считаю возможным предложить читателям результаты моих исследований в ряде компьютерных моделей схем УМЗЧ, которые могут достаточно определённо дать ответ по этой теме.

Анализ характеристик и параметров УМЗЧ Д. Селфа

Попробуем разобраться, что даёт повышение частоты первого полюса. Для начала рассмотрим схему "безупречного" УМЗЧ, по выражению самого автора Дугласа Селфа [1], она показана на **рис. 1**.

Описание схемы достаточно подробно изложено в [1], поэтому не будем на нём останавливаться. Отметим лишь, что в схеме, смоделированной в программе MicroCap-9, ток покоя выходного каскада (ВК) установлен равным 117 мА.

Вначале получим диаграммы Боде (ЛАЧХ) с замкнутой (красн.) и разомкнутой (коричн.) петлёй ООС, они показаны на **рис. 2**.

Из графиков видно, что частота первого полюса АЧХ находится ниже 20 Гц. С разомкнутой петлёй ООС усиление на низких частотах достигает 110 дБ, а на частоте 20 кГц (крайней частоте звуковой полосы) значительно меньше — 56 дБ. Частота единичного усиления — около 15 МГц. С замкнутой петлёй ООС усиление УМЗЧ равно 26 дБ. На частоте 10 Гц, судя по АЧХ и ФЧХ с разомкнутой петлёй ООС, возникает подъём в АЧХ как результат совместного действия входного (C1) конденсатора и конденсатора в цепи ООС (C3).

Кроме построения АЧХ, проверим петлевое усиление, представленное графиком на **рис. 3**. Из него видно, что петлевое усиление на частоте 20 кГц равно 30 дБ, а на НЧ достигает 90 дБ. Причём фаза петлевого усиления во всём звуковом диапазоне имеет сдвиг 90 град. Усилитель имеет хороший запас устойчивости по фазе (около 90 град.) и достаточный запас по усилению (более 25 дБ).

Но посмотрим, что это даёт. Для этого вначале оценим выходное сопротивление на краях полосы ЗЧ, показанное на **рис. 4**.

При проверке этого параметра сигнал подавался через нагрузку на выход усилителя и контролировалось остаточное падение напряжения на выходе. Выходное сопротивление усилителя на частоте 20 Гц — около 0,12 мОм, имеет заметную нелинейность несмотря на глубокую ООС на этой частоте (90 дБ). Даже на самых низких звуковых частотах в моменты перехода сигнала через ноль заметны коммутационные искажения.

С выходным сопротивлением на частоте 20 кГц всё гораздо хуже. Фазовый сдвиг в петле ООС равен 90 град. (в соответствии с графиком петлевого усиления), а установление значения выходного сопротивления носит выраженный колебательный характер. В момент подачи испытательного напряжения выходное сопротивление изменяется скачком и выходит на установившееся значение с задержкой более периода.

Отметим, что один из параметров, которым сегодня гордятся некоторые разработчики своих усилителей (в частности Lamm), — это *постоянство выходного сопротивления* во всей полосе ЗЧ. А так как выходное сопротивление усилителя включено последовательно с нагрузкой, то его характеристики не могут не отражаться на качестве звукоусиления.

Двухполюсная фазово-частотная коррекция в контуре обратной связи позволяет увеличить глубину ООС на ВЧ и

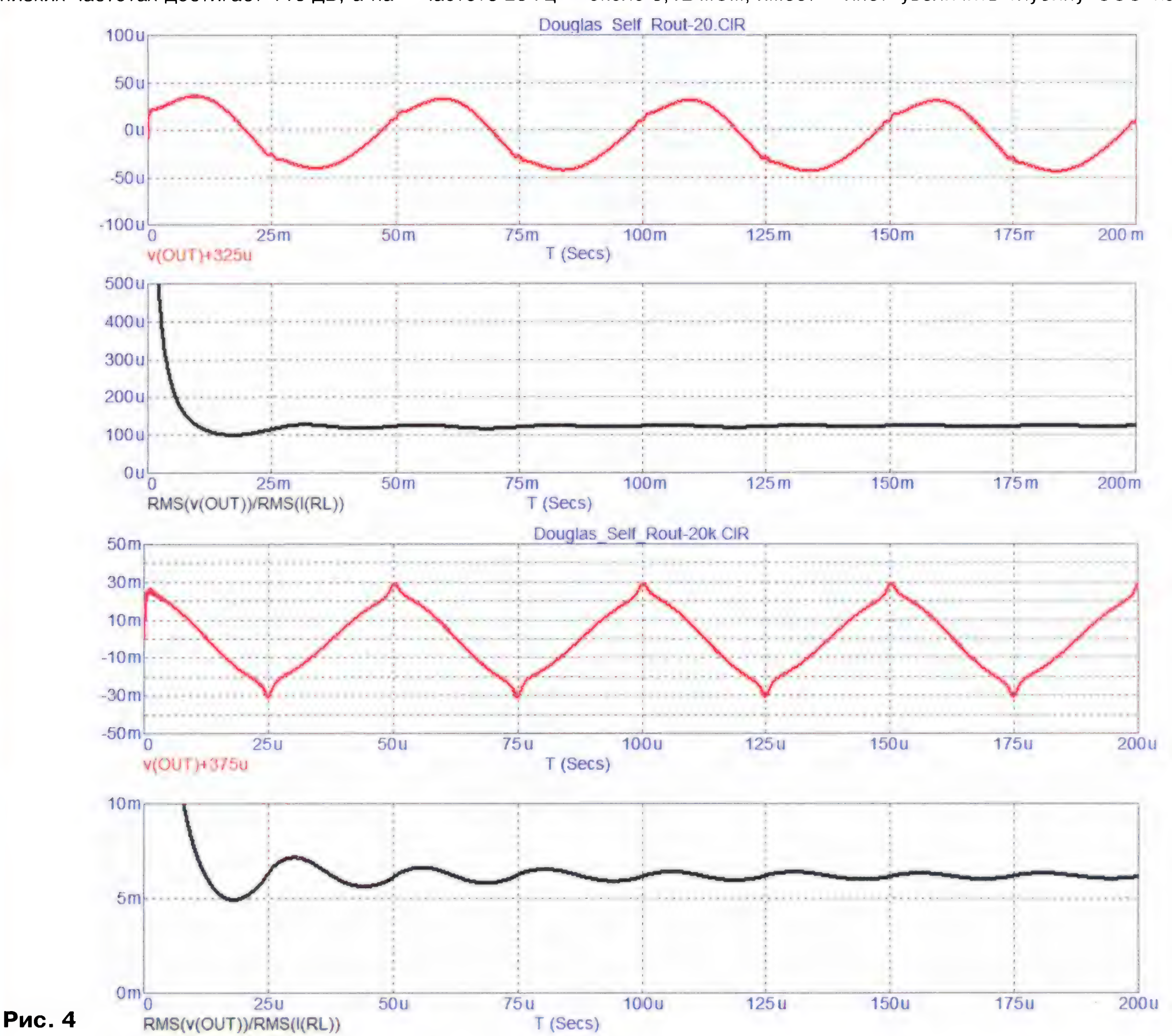


Рис. 4

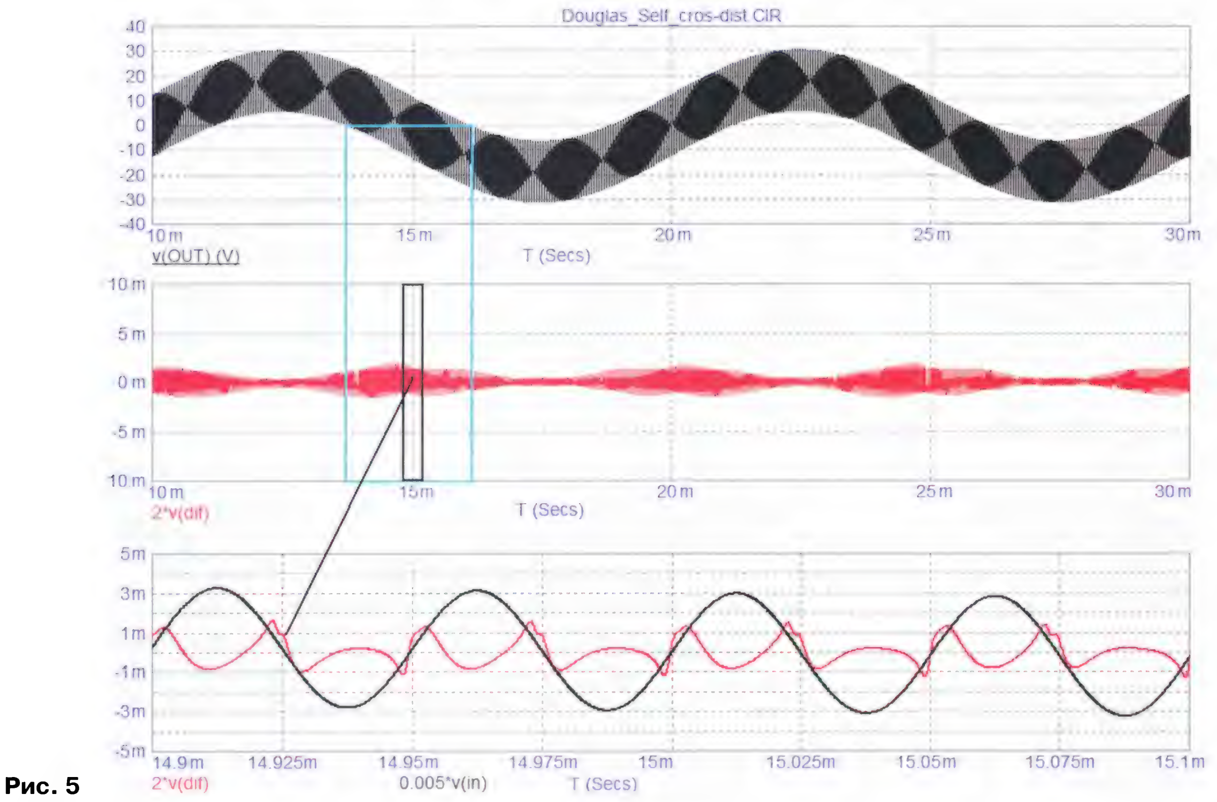


Рис. 5

существенно уменьшить искажения на активной нагрузке в установившемся режиме, однако ценой ещё большего фазового сдвига петлевого усиления, что нередко отрицательно сказывается на звуке.

Проверим коммутационные искажения с помощью виртуального прибора [5], они показаны для двухчастотного сигнала на **рис. 5**.

Первоначально тест был проведён при токе покоя ВК 95 мА, при котором обнаружены явно выраженные коммутационные искажения. После увеличения тока покоя до 117 мА эти искажения снизились примерно вдвое. Для большей наглядности на третьей осциллограмме приведены одновременно продукты ис-

Рис. 6

кажений на участке перехода сигнала через ноль и ослабленный входной сигнал.

Качество звука нередко оценивают при выходной мощности 1 Вт. Посмотрим, каковы уровень и характер коммутационных искажений на такой мощности, представленные на **рис. 6**. Пиковый уровень продуктов искажений достигает 50 мкВ и более, что соответствует уровню ниже −95 дБ — это немного.

Около 40 лет назад И. Достал в своей книге по ОУ [6] обратил внимание на скоростную и векторную погрешности в усилении импульсных и широкополосных сигналов. На **рис. 7** видим идеальный (референсный) выходной сигнал (входной сигнал, умноженный на $K_у$), реальный выходной сигнал и сдвинутый на время задержки (Propagation Delay или tPD — на графике τ_c) сигнал (тонкая линия — сдвинутый на τ_c идеальный сигнал), к которому "подтягивается" выходной сигнал. Если представить себе, что нет "треугольника" искажений в самом начале, то в установившемся режиме выходной синусоидальный сигнал просто сдвинут на время задержки и не имеет указанной скоростной ошибки. Таким образом, можно предположить, что чем меньше задержка, тем меньше будут и вносимые усилителем искажения на сигналах подобного вида.

Проверим, какую задержку имеет "безупречный" усилитель Д. Селфа.

На **рис. 8** показано, что усилитель имеет задержку 253 нс, а время выхода на установившийся режим около 1 мкс. Посмотрим, как эта задержка сказывается на усилении пилообразного напряжения (**рис. 9**).

Перед подачей сигнала на вход усилителя он пропущен через фильтр НЧ с частотой среза 160 кГц. После вычитания выходного сигнала из входного, приведённого к выходному умножением на $K_у$, получаем близкий к меандру сигнал, амплитуда которого пропорциональна времени задержки выходного сигнала. Чтобы выделить вносимые усилителем искажения, достаточно вычесть выходной сигнал из входного, приведённого к выходному, но сдвинутого на время задержки (разность на четвёртой осциллограмме). Амплитуда векторных и скоростных искажений достигает 40 мВ (0,13 % от 30 В) — это на пилообразном сигнале частотой 10 кГц с низкой скоростью нарастания. При переходе сигнала через ноль практически не просматриваются коммутационные искажения. При токе покоя меньше 100 мА они проявляются.

Посмотрим, как скажется задержка на более привычных интермодуляционных искажениях при выходной мощности 1 Вт. Из **рис. 10** видно, что в звуковой полосе имеет место "шумовая подставка" напряжением 50 мкВ, что ниже уровня сигнала (2 В) на 92 дБ. Вроде как достаточно мало?

Чем больше задержка, тем больше искажён первый период. Посмотрим спектр первого периода сигнала частотой 20 кГц.

На **рис. 11** показан спектр гармоник сигнала частотой 20 кГц при выходных напряжениях 5—30 В (ампл.) с шагом 5 В. Если учесть уровень искажений в полосе частот до 80 кГц, то уровень гармоник равен −70 дБ (0,03 %), независимо от уровня выходного сигнала.

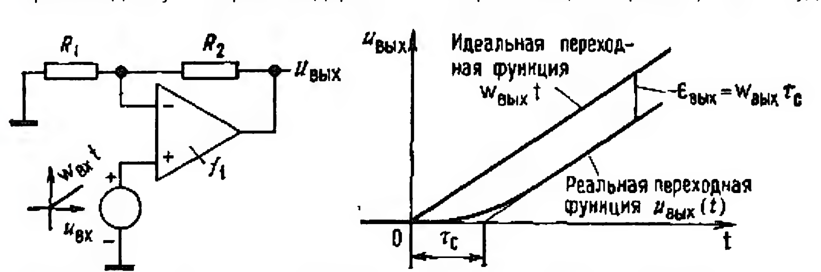


Рис. 9.16. Скоростная погрешность неинвертирующего усилителя при возбуждении его линейно-нарастающим напряжением.

Рис. 7

Анализ характеристик и параметров модифицированного УМЗЧ

Этот усилитель, разработанный на базе "безупречного" усилителя, прежде всего, отличается значительно более высокой частотой первого полюса.

По отношению к прототипу, в схеме модели этого модифицированного усилителя, показанной на **рис. 12**, сделаны следующие изменения: изменён съём сигнала с входного дифференциального каскада, усилитель напряжения (УН)

Douglas_Self_tPD-1u.CIR

Напряжение погрешности

253n,0

20.6*v(in) 20.6*v(in-d) v(OUT)+3.5mV T (Secs)

Рис. 8

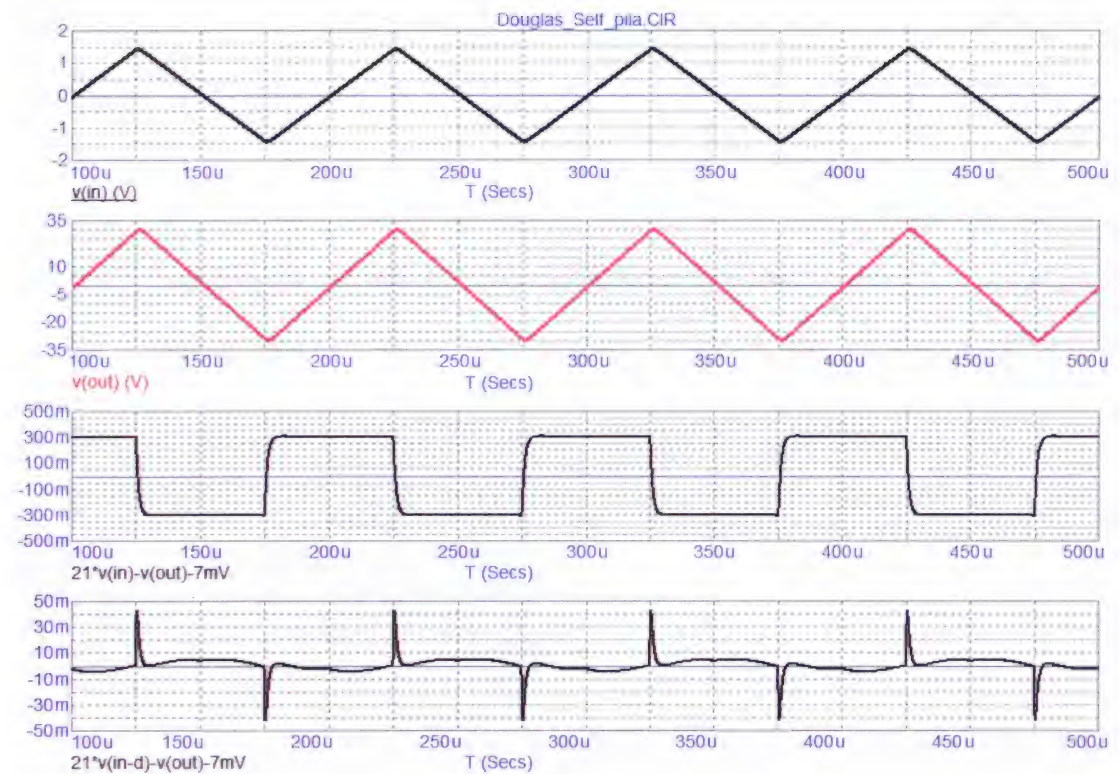


Рис. 9

выполнен каскодным, изменена и фазо-во-частотная коррекция усилителя.

Для того чтобы сравнение было максимально корректным, токовые режимы работы каскадов оставлены без изменений. Сопротивление резистора R14 уменьшено со 100 (R15 на рис. 1) до 82 Ом, так как через него течёт ток не только генератора стабильного тока (ГСТ), но и ток светодиодов. Уменьшены также сопротивления резисторов R5, R8 (R3, R6 на рис. 1) с целью увеличения коэффициента преобразования напряжение—ток, так как исключено токовое зеркало в нагрузке дифференциального каскада (ДК) и отсутствует буферный каскад на входе УН, в результате чего эффективность работы преобразователя снизилась. Уменьшено в два раза сопротивление эмиттерных резисторов выходных транзисторов ВК, влияющих на коммутационные искажения.

Выходной сигнал с ДК снимается с помощью масштабирующего отражателя тока на транзисторах Q2, Q7. Второе плечо ДК также использовано, его выход подключён к эмиттеру транзистора Q7.

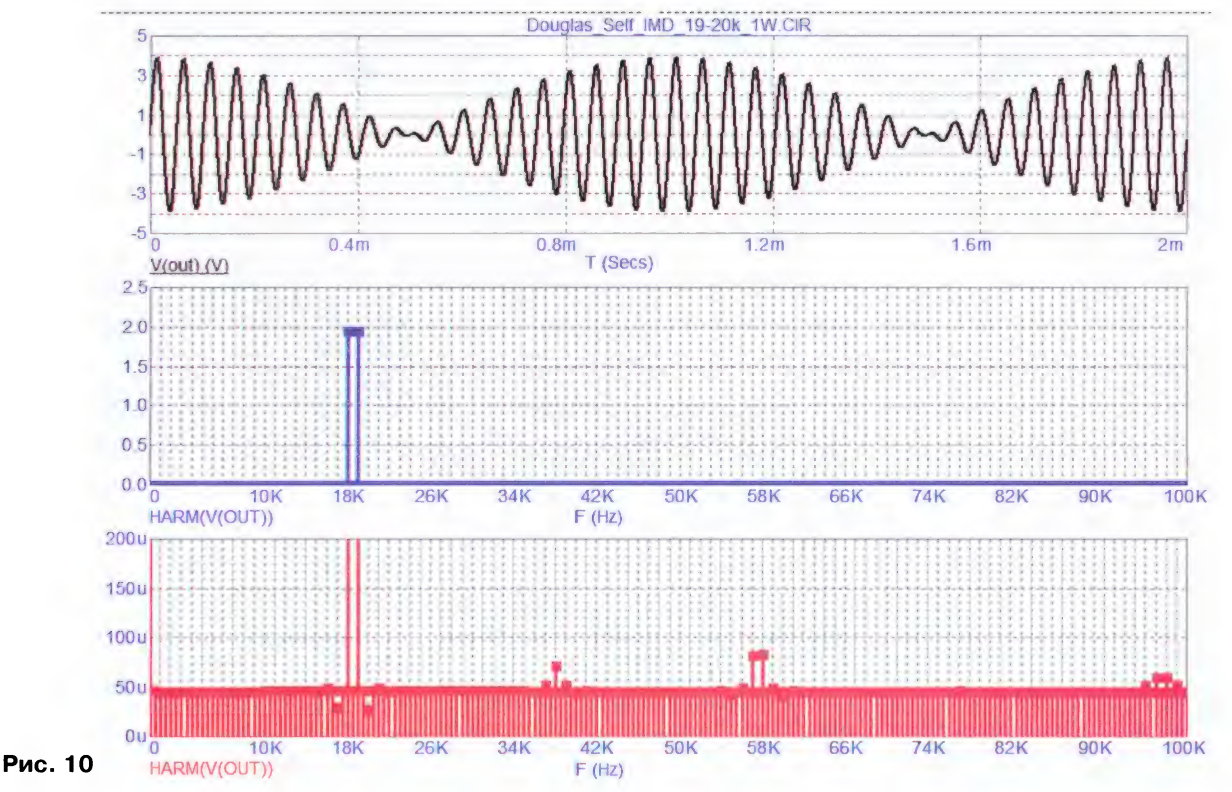


Рис. 10

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

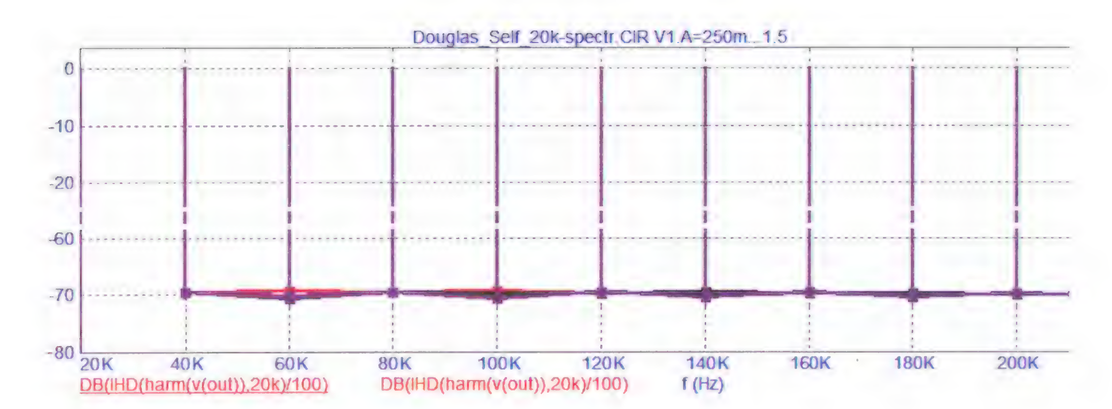


Рис. 11

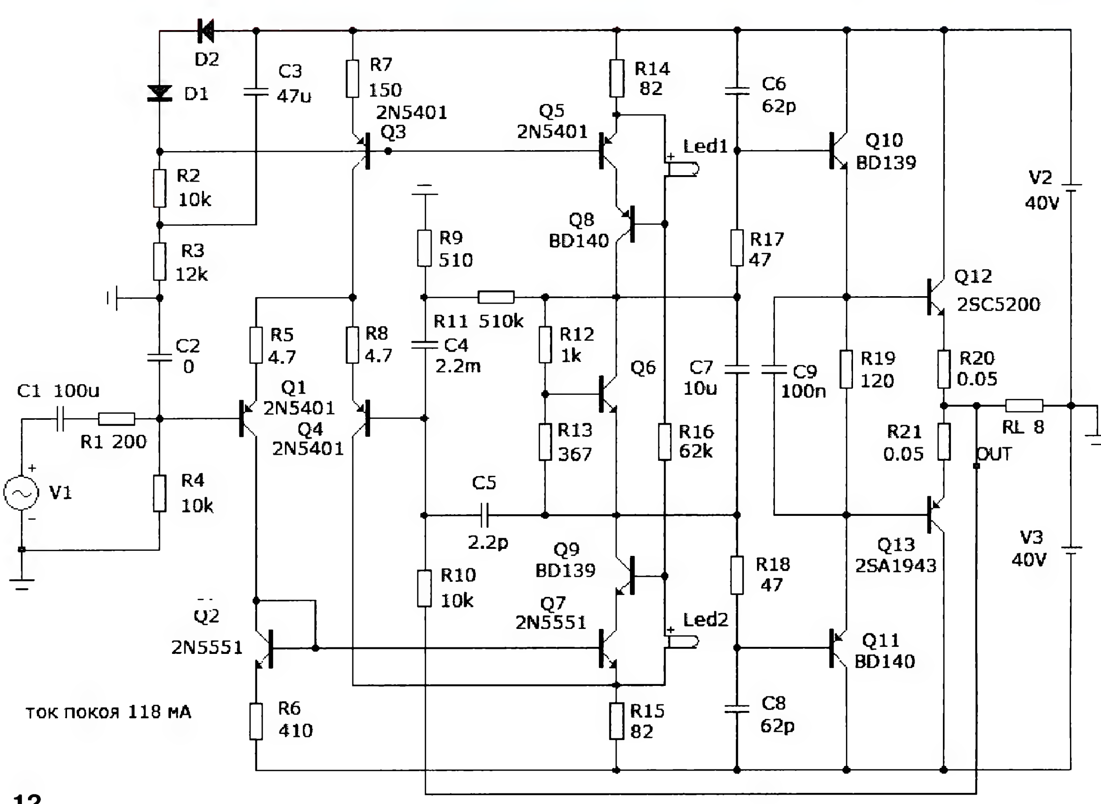


Рис. 12

С помощью светодиодов и транзисторов Q8, Q9 организовано следящее питание для транзисторов УН. Посредством резистора R11 добавлена вложенная петля (nested loop) ООС, ограничивающая усиление УН на уровне 60 дБ (510k/0,51k = 1000) и повышающая частоту первого полюса с 3 до 75 кГц. Частота единичного усиления повысилась незначительно. При этом время задержки уменьшилось до 44 нс (против 253 нс в оригинале).

Общая ООС с помощью резистора R10 обеспечивает стабильное усиление напряжения около 26 дБ. Таким образом, глубина общей ООС равна примерно 34 дБ (60−26). На резисторах R17, R18 с помощью конденсаторов C6, C8 организована пассивная коррекция ФЧХ. Дополнительная коррекция выполнена с помощью конденсатора C5 небольшой ёмкости (может быть включён параллельно резистору R11).

Ток покоя ВК также сохранён таким же, как в оригинале (115...120 мА), его можно подстроить подбором резистора R13. Балансировка выхода по постоянному напряжению выполнена подбором резистора R6.

Проблема с выбором ёмкости входного конденсатора и конденсатора в цепи ОС всё же существует, и решают её по-разному. Например, разработчики фирмы Harman Kardon во многих моделях УМЗЧ отказались от конденсатора в цепи ОС и используют цепи балансировки выхода усилителя по постоянному напряжению. Входной конденсатор используют достаточно большой ёмкости — не менее 220 мкФ при входном сопротивлении 33 кОм.

В этом модифицированном варианте УМЗЧ ёмкость обоих конденсаторов увеличена на порядок, что устранило фазовые искажения петлевого усиления на НЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дуглас Селф**. Проектирование усилителей мощности звуковой частоты. — М.: ДМК Пресс, 2009.

2. **Чивер Д. Х.** Новая методика тестирования усилителей мощности звуковой частоты. Перевод А. Гурского. — URL: **https://next-tube.com/articles/Cheever/cheever_rus.pdf** (20.07.18).

3. End Millennium — транзисторный УМЗЧ без ООС фирмы LC Audio. — Радиохобби, 2000, № 4, с. 58.

4. Bob Cordell Interview: Negative Feedback. — URL: **http://www.diyaudio.com/forums/solid-state/94676-bob-cordell-interview-negative-feedback.html** (20.07.18).

5. **Петров А.** Виртуальный прибор для измерения коммутационных искажений УМЗЧ. — Радиоаматор, 2018, № 1, 2.

6. **Достал И.** Операционные усилители. — М.: Мир, 1982.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. Компания "Европейская медиагруппа" (ЕМГ) изменит формат спортивной радиостанции "Спорт FM", добавив в эфир больше музыки, — рассказал газете "Ведомости" генеральный директор ЕМГ Роман Емельянов.

Её эфир теперь будет на 80 % состоять из музыки, но основное спортивное направление станция сохранит. Остальное время будут занимать спортивные новости, а название радиостанции изменено не будет. Разрешение на расширение формата и увеличение музыкального времени ЕМГ уже получила у Роскомнадзора. Аналитической информации на радиостанции больше не будет, 15...20 % эфира достаточно, чтобы познакомить слушателей с самой актуальной спортивной информацией. Но будет выходить ряд программ про спорт, футбол, киберспорт, экстремальные виды спорта и т. д.

Над музыкальной составляющей радиостанции будет работать новый проект ЕМГ — "Studio 21", ориентированный на молодёжную музыку, в том числе рэп и хип-хоп. Сейчас у проекта есть сайт, а некоторое время назад формат опробовали на собственных частотах в городах Тольятти и Брянск.

Краткая справка: радиостанция "Спорт FM" в нынешнем её формате была запущена в 2013 г. Станция входит в медиахолдинг ЕМГ, которому также принадлежат "Европа плюс", "Дорожное радио", "Новое радио" и т. д. Создатели "Спорт FM" не скрывали, что одна из основных целей запуска — полноценное освещение Олимпийских игр в Сочи, которые прошли в 2014 г. Радиостанция очень быстро расширилась и за короткое время получила почти 45 частот в регионах (сейчас их около 39).

В настоящее время штат станции будет существенно сокращён, предупредил Роман Емельянов. Сейчас над контентом радиостанции работают от 80 до 100 человек с учётом внештатных сотрудников. Сколько именно человек продолжат работать над эфиром обновлённой радиостанции, он не уточнил: "Процесс формирования новой сетки вещания займёт от нескольких недель до месяца. Пока мы не определились, сколько человек продолжат работать на радиостанции" (источник — URL: **http://emg.fm/publications/107** (24.08.18)).

Опубликованы отраслевые доклады Роспечати о состоянии, тенденциях и перспективах развития Интернета, телевидения и радио в 2017 г. Ознакомиться с ними можно по следующим ссылкам: радиовещание — **http://fapmc.ru/rospechat/activities/reports/2018/teleradio/main/custom/0/00/file.pdf** (24.08.18), телевидение — **http:// fapmc.ru/rospechat/activities/reports/2018/teleradio/main/custom/0/01/file.pdf** (24.08.18).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

С 3 августа изменилось расписание всемирного мультикультурного радиоканала "World Radio Network" (WRN), известного своими ретрансляциями международных радиостанций, вещающих на русском языке, в Москве и Подмосковье на средневолновой частоте 738 кГц.

Из расписания следует, что передачи на русском языке радиостанций "Радио Польша" и "Всеиндийское радио" удалены из сетки вещания. На данный момент транслируются программы радиостанций "Радио Японии", "Международное радио Словакии", "KBS World Radio", "Русское радио Австралии", еженедельные сборные архивные передачи "Международного испанского радио", "Радио Прага" и собственные программы WRN (источник — URL: **http://www.wrn.ru/programm.html** (24.08.18)).

Материал под названием "К вопросу о развитии цифрового радиовещания" опубликован на сайте "Российской академии радио" (РАР). Интересно получается: радиовещания нет и в помине, а такие страсти кипят вокруг него...

В связи с Решением Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 16 апреля 2018 г. о выделении "неопределённому кругу лиц" полосы радиочастот 175,872...228,128 МГц для создания на территории Российской Федерации сетей наземного цифрового звукового вещания стандарта DAB+ и возникшими после его обнародования вопросами со стороны СМИ и работников отрасли считаем необходимым сообщить следующее: "Документ ГКРЧ не означает, что в России начинается эксплуатация стандарта DAB+ для осуществления цифрового звукового вещания (цифрового радиовещания), а лишь констатирует факт технической возможности такого вещания. Для принятия окончательного решения данного уровня требуется существенное количество дополнительных согласований и процедур и отдельное решение властей".

РАР обращает внимание коллег на то, что выбор технологии цифрового радиовещания — это не только технический, но и экономический, социальный и политический вопросы. Это принципиальное решение, определяющее будущее не только вещателей, сотрудников тысяч радиокомпаний, но и операторов связи, провайдеров услуг, основанных на передаче данных через эфир, производителей оборудования, производителей автомобилей, а главное — слушателей.

В течение длительного времени, предшествующего и после упомянутого заявления ГКРЧ, рабочая группа экспертов РАР изучала мировой опыт и перспективы организации цифрового радиовещания на территории России. В случае, если в итоге в стране будет принято решение о введении цифрового радиовещания, из имеющихся стандартов наиболее подходящим для использования в условиях России радиосообщество на данный момент считает стандарт DRM+. Российская радиовещательная и телевизионная сеть (РТРС) представит на ближайшем заседании ГКРЧ аналогичный доклад по стандарту DRM+ (источник — URL: **http://www.radioacademy.ru/news/post/420** (24.08.18)).

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ. 1 августа филиал РТРС "Архангельский ОРТПЦ" начал трансляцию программ "Радио России" и "Радио Маяк" во втором по величине городе Архангельской области Северодвинске. Частота вещания "Радио России" — 88,7 МГц, "Радио Маяк" — 90,4 МГц. Мощность каждого передатчика — 1 кВт. Вещание осуществляется с телевизионной опоры на Узловом проезде (источник — URL: **https://aortpc.livejournal.com/184285.html** (24.08.18)).

БАШКОРТОСТАН. 10 августа к региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился г. Салават. Частота вещания — 99,3 МГц. На этой же частоте радиостанцию можно слушать в г. Стерлитамаке (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5522.html** (24.08.18)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Маруся ФМ" ("Radio Marusya FM") появилась 20 августа на частоте 91,4 МГц в г. Белгороде (источник — URL: **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_793** (24.08.18)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. К сети регионального вещания радиостанции "Love Radio" 30 августа присоединился г. Иркутск. Частота вещания — 104,2 МГц. На этой же частоте радиостанцию можно слушать в г. Ангарске (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5502.htm** (24.08.18)).

КАЛУЖСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Новое радио" продолжает расширять свою сеть, 8 августа она появилась в г. Обнинске на частоте 93,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_450117** (24.08.18)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Новое радио" 6 августа начала работу в г. Белово на частоте 95,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_449525** (24.08.18)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. На юге России, в г. Кореновске, с 1 августа началась трансляция программ радиостанции "Новое радио" на частоте 103,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/ vcfm2014?w=wall-106042931_446815** (24.08.18)).

Эта же радиостанция 3 августа появилась в эфире в г. Горячий Ключ на частоте 107,9 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_448462** (24.08.18)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Во время праздничного концерта 18 августа, посвящённого 690-летию г. Руза, был дан старт вещанию "Первого подмосковного радио" ("Радио 1") на частоте 107,6 МГц.

"Радио 1" вещает в Москве и в столичном регионе на частоте 68,84 МГц. В 12 городах области вещание ведётся на частотах: Волоколамск — 106,8 МГц,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Зарайск — 106,5 МГц, Орехово-Зуево — 89,3 МГц, Серпухов — 98,2 МГц, Талдом — 106,8 МГц, Шатура — 105,1 МГц, Кашира — 89,8 МГц, Наро-Фоминск — 89,7 МГц, Подольск — 91,7 МГц, Дубна — 95,8 МГц, Коломна — 94,2 МГц, Руза — 107,6 МГц. Ведётся также вещание на частоте 66,44 МГц в сегменте "Радио России" (источник — URL: **http://podmoskovye.bezformata.ru/listnews/radio-1-otkrilo-fm-veshanie-v-ruze/69034907/** (24.08.18)).

МОРДОВИЯ. К сети вещания "Радио Дача" 14 августа присоединился г. Саранск — столица республики Мордовия. Частота вещания — 90,2 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia. ru/news/5526.htm** (24.08.18)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Ultima FM" 1 августа запустила вещание в г. Мценске на частоте 104,1 МГц. Сайт станции <**http://ultima.fm/**> (источник — URL: **https://vk.com/ultimafm?w=wall-109707144_2276** (24.08.18)).

ПСКОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио родных дорог" продолжает своё развитие. В Псковской области с 1 августа к сети вещания присоединился г. Великие Луки, частота вещания — 106,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_5089** (24.08.18)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. 2 августа филиал РТРС "Ростовский ОРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" с включением местных программ ГТРК "ДОН-ТР" на хуторе Калининском Шолоховского района.

Высота подвеса передающей антенны на объекте РТПС Калининский — 195 м, мощность передатчика — 1 кВт. Передачи радиостанции "Радио России" транслируются на частоте 101,4 МГц. В зону охвата радиостанции попадает станица Вешенская (источник — URL: **http://rostov.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-i-don-tr-v-sholokhovskom-rayone/** (24.08.18)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. 14 августа вещание радиостанции "Love Radio" началось в г. Вязьме на частоте 99,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5528.htm** (24.08.18)).

ТАМБОВСКАЯ ОБЛ. 10 августа в г. Мичуринске началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" на частоте 106,1.

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. С 1 августа "Радио Автодор" начало вещать на частоте 90,9 кГц на участке трассы М-11 (обход г. Вышний Волочёк). Этому предшествовали три года, в течение которых в Государственной компании "Автодор" изучали мировой опыт в сфере оперативного оповещения водителей.

Покрытие пока составляет около 120 км, но это устойчивый сигнал, который можно принимать на любом радиоприёмнике, установленном в автомобиле. В сетке вещания — утренняя программа "Главная пара", другие тематические передачи, аудиокниги, музыка. В перспективе планируется развернуть сеть вещания вдоль всех трасс, переданных Государственной компании "Автодор" (источник — URL: **https://radioavtodor.ru/archives/6089** (24.08.18)).

В Вышнем Волочке с 3 августа на частоте 107,4 МГц заработала радиостанция "Love Radio" (источник — URL: **https://vk.com/wall-86836498_8575** (24.08.18)).

Зона вещания телерадиоканала "Страна FM" расширилась. С 9 августа его можно слушать в г. Ржеве на частоте 107,7 МГц (источник — URL: **https://strana.fm/guests/strana-fm-rasshiryaet-zonu-veshhaniya/** (24.08.18)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 3 августа "Радио Дача" в г. Туле на частоте 106,9 МГц пришло на замену ранее работавшей здесь радиостанции "Comedy Radio" (источник — URL: **http://newstula.ru/fn_392437.html** (24.08.18)).

УДМУРТИЯ. 1 августа в г. Ижевске началось вещание радиостанции "Comedy Radio" на частоте 95,8 МГц. Станция входит в состав крупнейшего холдинга России "ГПМ радио" (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14171** (24.08.18)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. В г. Челябинске на частоте 102,4 МГц 15 августа в 02.00 по местному времени состоялась замена вещания радиостанции "Спорт FM" на "Studio 21". От прежнего названия остались только выпуски спортивных новостей. Джинглы, выдающие новую радиостанцию, уже присутствуют (источник — URL: **https://vk.com/chelradiotv?w=wall-18520524_29992** (24.08.18)).

ЯКУТИЯ (РЕСПУБЛИКА САХА). Так всё же — что будет дальше с вещанием на коротких волнах из Республики Саха? Напомню, что трансляции для населения Якутии были прекращены 27 апреля, финансировались они из местного бюджета.

Привожу часть ответа, полученного автором рубрики (с небольшими комментариями). Главное, что можно из него понять, — вещание на КВ восстанавливаться не будет. Цитата из письма: "Таким образом, возобновление мощного вещания требует решения и финансирования федерального уровня. Сегодня развитие идёт в рамках УКВ-вещания. В связи с моральным и физическим устареванием оборудования, что вызывало частые поломки, паузы в вещании, а также невозможностью обновления передатчиков в связи с прекращением их производства, было принято решение об их отключении в Якутии с мая этого года. Высвобожденные средства были направлены на увеличение объёмов якутского радиовещания в УКВ-диапазоне".

Само письмо большое, там мне рассказали о преимуществах УКВ-вещания. Так сразу и представил антенные мачты около каждой яранги. Появилось много публикаций на эту тему, какую информацию, из каких источников черпают в краю оленеводов, к примеру: **http://sakhaday.ru/news/pochemu-olenevody-v-yakutii-vynuzhdeny-slushat-radio-svoboda/** (24.08.18).

Чуть позже появилась информация на сайте ТАСС: "Правительство Чукотки разработало проект по обеспечению кочевых стойбищ оленеводов радиовещанием на коротких волнах, затраты на организацию которого составят около 14 миллионов рублей ежегодно".

Организацию коротковолнового вещания предлагается обеспечить с помощью радиоцентра в г. Елизово Камчатского края. Правительство Чукотки намерено обратиться в Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ с предложением о софинансировании проекта (источник — URL: **http://tass.ru/obschestvo/5431535** (24.08.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АФГАНИСТАН. "Радио Афганистан" с 17.00 до 17.30 вещает на русском языке на частоте 6100 кГц. Сайт национального радио и телевидения Афганистана (версия на английском языке) <**https://rta.org.af/eng/**>. Аудиопоток с названием "93 FM" на сайте работает в часы трансляций.

ВАТИКАН. С 19 августа радиостанция "Радио Ватикана" из-за помех заменила частоту 9890 кГц, на которой с 12.30 до 12.50 транслировались передачи на русском языке в летнем сезоне. Новая частота вещания — 9610 кГц.

МОЛДАВИЯ. Вещание радиостанции "Love Radio" 10 августа началось в Кишинёве — столице и крупнейшем городе Республики Молдова. "Радио твоей мечты" доступно для прослушивания на частоте 91,6 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5520.htm** (24.08.18)).

Хорошего приёма и 73!

АМ/ЧМ демодулятор на микроконтроллере

М. ДАХИН, г. Воронеж

При создании радиолюбительских приёмников или трансиверов часто возникает задача разработки АМ/ЧМ демодулятора как для узкополосных сигналов, так и для широкополосного ЧМ-радиовещания. Принцип работы большинства таких демодуляторов основан на аналоговой обработке сигнала с помощью частотных или амплитудных детекторов. Концепция развития современных SDR-приёмников (Software Defined Radio) подразумевает программное управление синтезаторами частоты и другими узлами с помощью микроконтроллера. В связи с этим становится заманчивым использование управляющего микроконтроллера и для задач цифровой обработки сигналов.

В этой статье представлены результаты исследования по применению микроконтроллеров STM32F405/407 фирмы STMicroelectronics. В большинстве случаев такая задача решается с помощью применения цифровых сигнальных процессоров (DSP) или ПЛИС (FPGA), однако в радиолюбительских целях применение подобных устройств зачастую затруднительно в связи с их высокой стоимостью и довольно сложным для ручной пайки корпусом BGA (Ball Grid Array).

Микроконтроллер STM32F405V/407V стоит недорого и имеет стандартный корпус QFP (Quad Flat Package) 64/100 с шагом выводов 0,5 мм, что позволяет работать с ним в домашних условиях. Он содержит богатый набор периферийных модулей, необходимых для управления синтезаторами или аттенюаторами. Тактовая частота ядра — 168 МГц, чего вполне достаточно для несложных задач цифровой обработки сигналов.

Рассмотрим основные алгоритмы цифровой демодуляции АМ/ЧМ-сигналов после переноса их на низкую промежуточную частоту (порядка 100 кГц). Общая блок-схема цифрового демодулятора ЧМ-сигнала приведена в статье "Демодуляция сигналов с угловой модуляцией. PM и FM демодуляторы". — URL: **http://www.dsplib.ru/content/fmdemod/fmdemod.html** (27.08.2018). При этом для демодуляции АМ-сигналов выходные данные необходимо снимать с блока вычисления суммы квадратов сигналов, взяв от неё квадратный корень. Таким образом, наиболее сложный вариант с точки зрения процессорного времени обработки представляет демодулятор ЧМ-сигнала.

Блок-схема квадратурного АМ/ЧМ демодулятора приведена на **рис. 1**. Стандартный подход для "обкатки" алгоритмов ЦОС (цифровой обработки сигналов) в микроконтроллерах или ПЛИС заключается в предварительном тестировании и оптимизации алгоритма в средах математического проектирования, таких как SCILAB, OCTAVE, MATLAB. Таким же образом поступим и мы.

Ниже приведены графики для ЧМ-сигнала со следующими параметрами:
— частота несущей 150 кГц;
— девиация частоты 50 кГц;
— частота однотонального модулирующего сигнала 15 кГц.

Параметры этого сигнала соответствуют параметрам сигнала ЧМ-радиовещания.

Спектр ЧМ-сигнала s(t) на входе демодулятора показан на **рис. 2**. Полоса

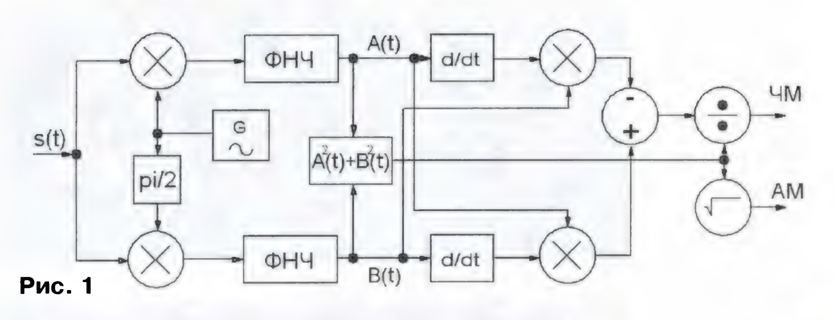


Рис. 1

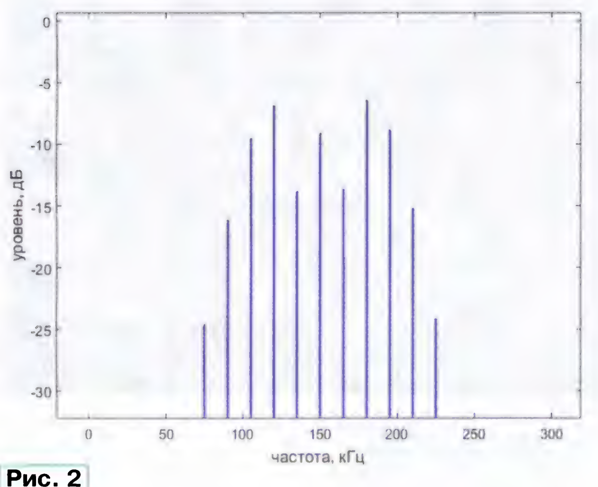


Рис. 2

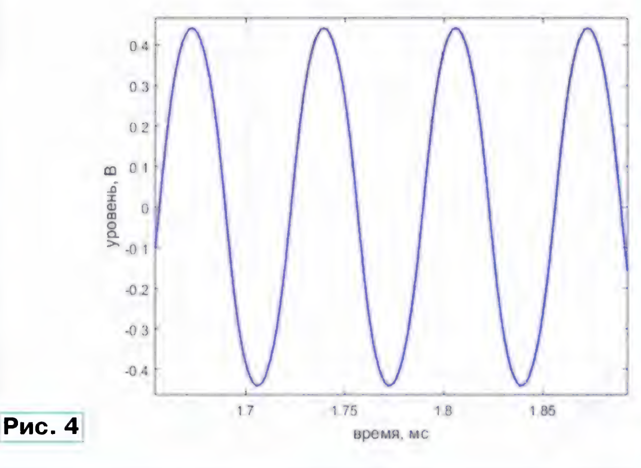


Рис. 4

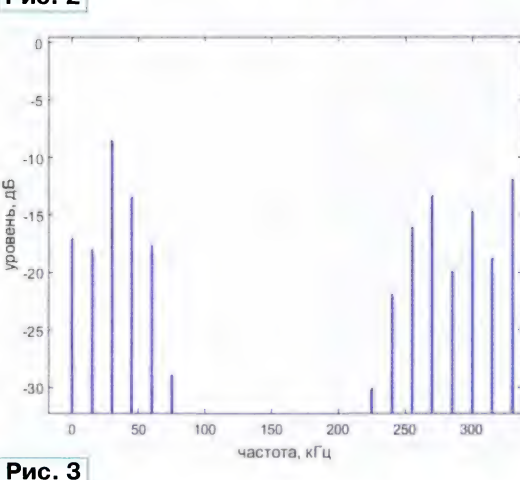


Рис. 3

Рис. 5

РАДИО
РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2018

занимаемых им частот от 85 до 215 кГц. Таким образом, по теореме Котельникова частота дискретизации АЦП должна быть не меньше 600 кГц. В проекте частота дискретизации выбрана равной 665 кГц.

Для расчёта ФНЧ рассмотрим спектр сигнала после квадратурных смесителей, изображённый на **рис. 3**. Видно, что частота среза ФНЧ должна быть 100 кГц, чтобы отфильтровать зеркальные побочные сигнала. Фильтр был спроектирован в программе WinFilter. — URL: **http://www.winfilter.20m.com** (27.08.2018). Он имеет следующие параметры: частота среза — 100 кГц, затухание на частоте 200 кГц — 60 дБ, частота дискретизации — 665 кГц, тип фильтра — КИХ (с конечной импульсной характеристикой), порядок — 11. Фильтры БИХ (с бесконечной импульсной характеристикой) при аналогичных параметрах могут иметь меньший порядок, но их фазочастотная характеристика нелинейна, что приводит к сильным искажениям сигнала, в связи с этим применяется фильтр КИХ.

Сигнал на выходе модели демодулятора показан на **рис. 4**. Видно, что его искажения незначительны. Таким образом, параметры рассчитанных ФНЧ корректны.

Рассмотрим реализацию алгоритма ЧМ-демодулятора в микроконтроллере STM32F407V. Этот микроконтроллер имеет тактовую частоту 168 МГц, при этом она может быть увеличена до 216 МГц (работает, но полных испытаний не проводилось). Большинство инструкций выполняются за один такт. Из интересующей нас периферии он имеет три блока АЦП с разрешением в 12 бит, частотой дискретизации до 2,4 МГц и опорным напряжением 2,5 В, два модуля ЦАП с частотой до 1 МГц.

Блок-схема аппаратной части демодулятора на микроконтроллере приведена на **рис. 5**. ЧМ-сигнал s(t) подавался от функционального генератора DG4162.

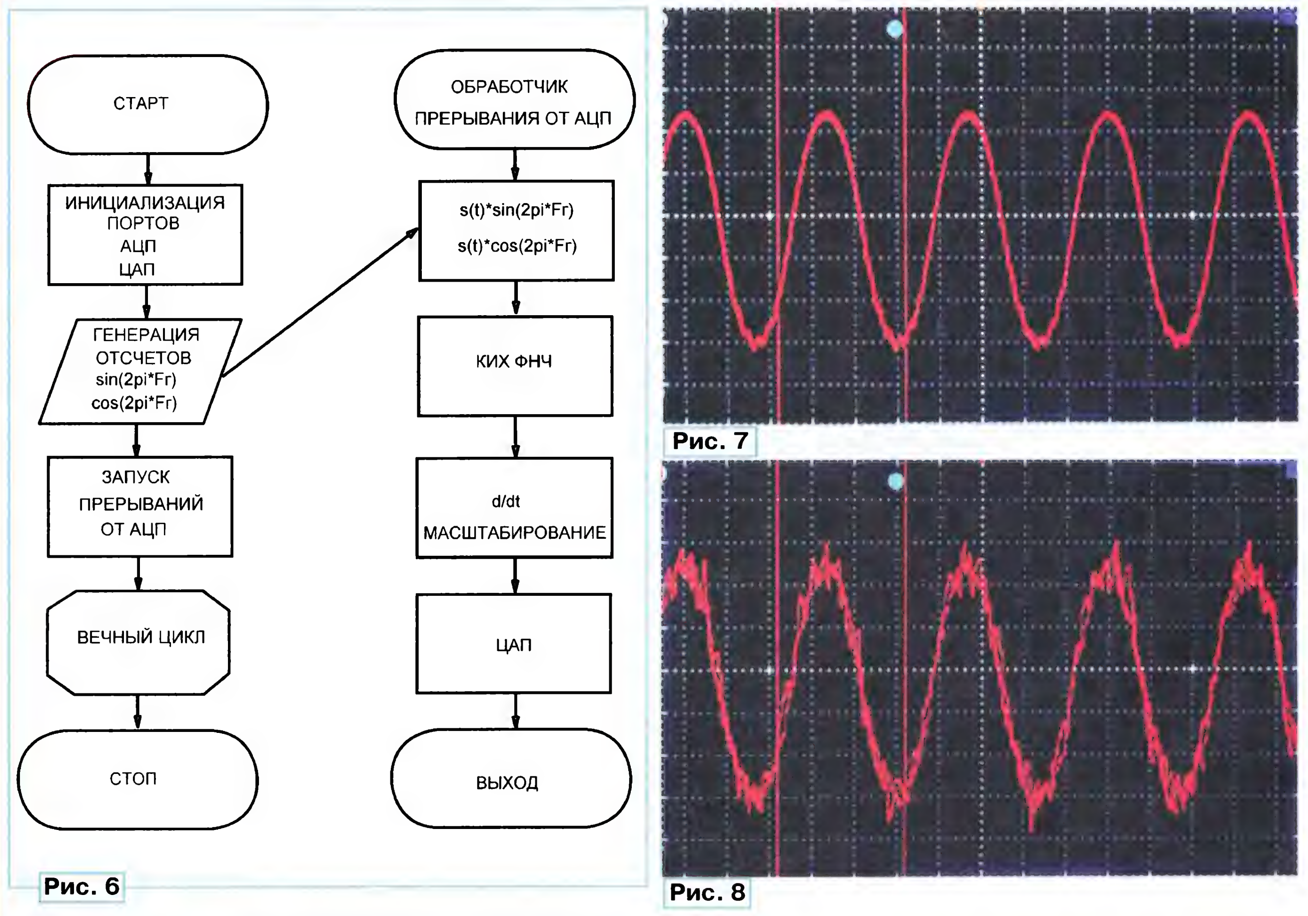


Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

Блок-схема алгоритма программы микроконтроллера изображена на **рис. 6**. Основной код программы выполняется в обработчике прерывания по готовности АЦП. Следовательно, основной цикл программы можно использовать для управления и настройки приёмника. Время, затрачиваемое на цифровую обработку при тактовой частоте ядра 216 МГц, — 900 нс. Таким образом, загрузка процессора не превышает 60 % при частоте дискретизации 665 кГц.

Для разработки программы использовалась среда CoIDE, а для инициализации периферии применялись модули, сгенерированные в программе CUBE MX C-компилятора — GCC. Все данные представлены в целочисленных переменных.

На **рис. 7** показана осциллограмма демодулированного сигнала на выходе ЦАП при размахе несущей 2,5 В или 0 дБ (полный динамический диапазон АЦП, определяемый опорным напряжением 2,5 В). При этом за счёт операции масштабирования для устранения амплитудной модуляции работоспособность алгоритма сохраняется вплоть до размаха несущей 50 мВ или –30 дБ. Сигнал на выходе ЦАП при таком уровне входного сигнала показан на **рис. 8**.

Полученные результаты позволяют рекомендовать для использования в качестве АМ/ЧМ демодулятора высокопроизводительные микроконтроллеры в "дружелюбном" корпусе и небольшой стоимостью. Такое применение весьма актуально для построения автономных трансиверов. При этом описанный алгоритм можно применять как для демодуляции широкополосного ЧМ-сигнала (Wide Band FM), так и для узкополосного (Narrow Band FM). Отличие будет заключаться только в параметрах ФНЧ. Для создания полноценного прототипа необходимо использовать не табличный вариант вычисления отсчётов гетеродина, а алгоритм CORDIC (Coordinate Rotation Digital Computer), чтобы избежать артефактов в сигнале на стыках фрагментов синусоиды. Также необходимо добавить цифровую петлю ФАПЧ (фазовой автоподстройки частоты) для устранения дрейфа аналогового гетеродина.

***От редакции**. Материалы проекта имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/demod.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приставка к генератору для измерения резонансной частоты контура с повышенной точностью

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Предлагаемая приставка — по существу измеритель резонансной частоты последовательного колебательного контура, в котором, кроме измеряемой индуктивности, обязательно имеется конденсатор известной ёмкости. Контур связан с внешним генератором немодулированных синусоидальных колебаний через резистор. Измерив резонансную частоту контура по минимуму напряжения на нём (грубо) или по совпадению фаз тока, протекающего через контур, и приложенного к нему напряжения (точно), индуктивность определяют расчётом. Приставка позволяет при необходимости измерять индуктивность на той частоте, для работы на которой предназначена катушка, а также измерять ёмкость конденсаторов и подгонять параметры элементов контура для настройки его на заданную частоту.

В приставке аналогичного назначения, описанной в [1], был использован последовательный колебательный контур, связанный с генератором ГСС-6 через резисторный аттенюатор из его комплекта. Частоту резонанса контура определяли по максимуму напряжения на его конденсаторе. В [2] рассказано о методе измерения резонансной частоты колебательных контуров (параллельного или последовательного), связанных с генератором через резистор, причём момент резонанса предложено определять по минимуму напряжения.

В предлагаемой приставке измеряемая индуктивность входит в состав последовательного колебательного контура, также связанного с генератором через резистор. Момент резонанса контура грубо определяют по минимуму падения напряжения на контуре. Входящий в состав приставки фазометр сравнивает фазу сигнала генератора с фазой протекающего через контур тока. Момент резонанса контура определяют по нулевой разности фаз. Это существенно повышает точность измерения. Милливольтметр и фазометр имеют общий переключаемый стрелочный индикатор.

Основные технические характеристики

Измеряемая индуктивность, мкГн . . . . .0,1...100000

Входное сопротивление канала образцового напряжения, Ом .50

Рабочий диапазон частот, МГц . . . . .0,005...25

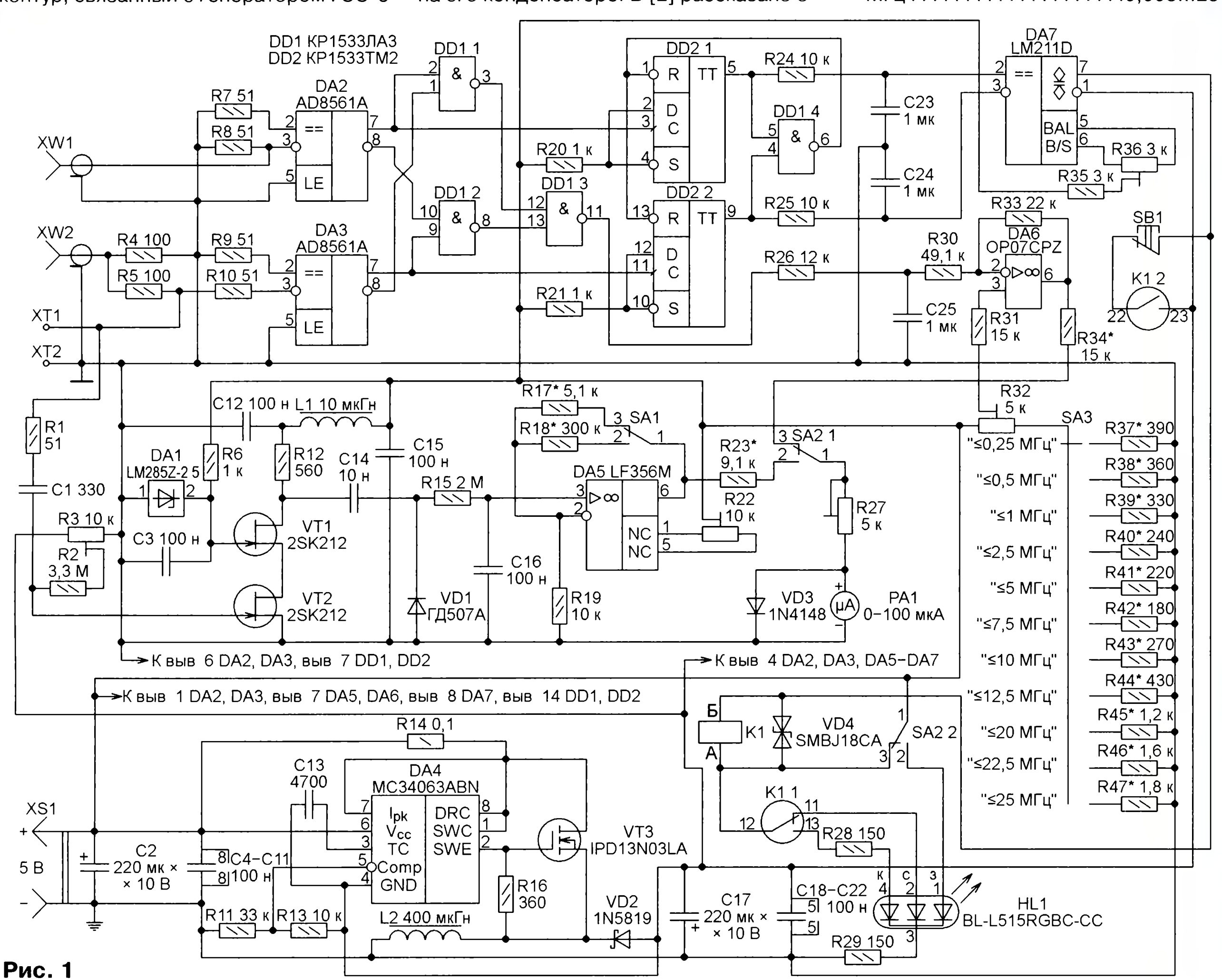


Рис. 1

Входное сопротивление измерительного канала при резонансе, Ом, не менее 50
Пределы измерения встроенного милливольтметра, мВэфф 100, 1000
Измеряемая разность фаз, градусов ....0—180
Напряжение питания, В 5
Потребляемый ток, мА, не более 350

Для работы с приставкой был использован генератор сигналов АКИП3409/4, имеющий два выхода с раздельной регулировкой напряжения и начальных фаз генерируемых сигналов. Он особенно удобен при налаживании приставки.

Используемый генератор должен иметь параметры не хуже следующих:

— синусоидальный немодулированный сигнал с коэффициентом гармоник не более 5 % и без постоянной составляющей;

— частота, перестраиваемая в окрестности предполагаемой резонансной частоты контура, образованного измеряемой катушкой и образцовым конденсатором;

— цифровой отсчёт частоты или возможность подключения внешнего частотомера;

— уход частоты за 15 мин после тридцатиминутного самопрогрева не более $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ f + 50 Гц, где f — частота генератора;

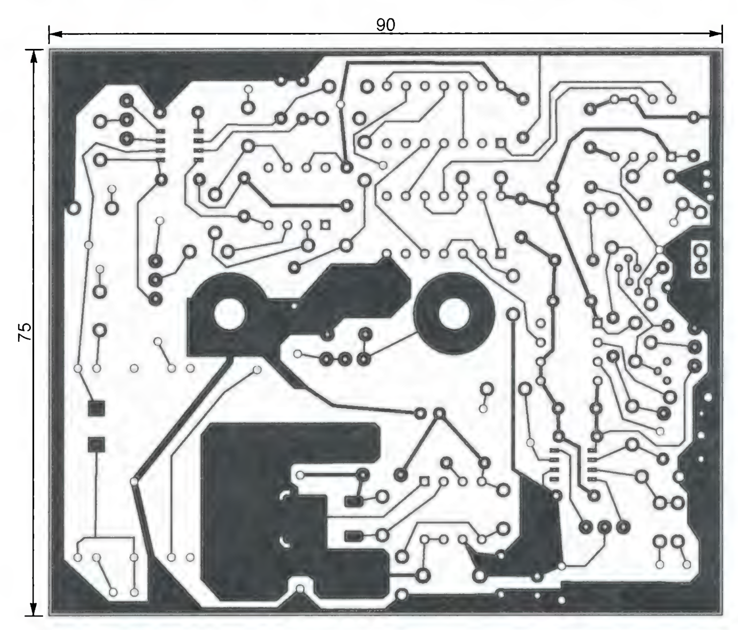
— выходное напряжение на нагрузке 50 Ом не менее 1 Вэфф.

Напряжение на колебательном контуре и сдвиг его фазы относительно приложенного к измерительной цепи напряжения измеряют имеющиеся в приставке милливольтметр и фазометр со стрелочной индикацией показаний. На знак разности фаз (опережение или отставание) указывает соответственно красное или синее свечение имеющегося в приставке светодиода. Фазометр и индикатор знака разности фаз можно использовать и по прямому назначению.

Схема приставки изображена на **рис. 1**. Высокочастотный милливольтметр построен по схеме "усилитель переменного тока — детектор — усилитель постоянного тока". Его входное сопротивление — 3 МОм, входная ёмкость — 4 пФ. Пределы измерения 0—100 мВэфф и 0—1000 мВэфф выбирают переключателем SA1. Входной усилитель милливольтметра выполнен на транзисторах VT1 и VT2 по каскодной схеме. Напряжение +2,5 В на затворе транзистора VT1 стабилизировано интегральным источником образцового напряжения DA1. На затвор транзистора VT2 подано отрицательное напряжение смещения, устанавливаемое подстроечным резистором R3. Усиленное напряжение высокой частоты поступает через конденсатор C14 на детектор (диод VD1) и далее через ФНЧ R15C16 на усилитель постоянного тока на ОУ DA5. В режиме измерения напряжения переключателем SA2.1 к выходу этого ОУ подключён стрелочный микроамперметр PA1. Для защиты индикатора от перегрузок установлен диод VD3.

Поскольку детекторная характеристика диода при малых значениях приложенного к нему переменного напряжения нелинейна, нелинейной получается и шкала прибора. В рассматриваемом случае это не существенно, так как требуется лишь найти частоту, на которой показания милливольтметра минимальны. В результате нелинейности детектора и отношение сопротивлений резисторов обратной связи R17 и R18 далеко от отношения верхних границ соответствующих пределов измерения.

Постоянную составляющую импульсного напряжения с выхода фазового детектора (выхода элемента DD1.3) выделяет интегрирующая цепь R26C25. Одну из слагаемых этой составляющей — не равное нулю напряжение низкого логического уровня на выходе элемента DD1.3 — компенсирует напряжение, поступающее на неинвертирующий вход ОУ DA6 с движка подстроечного резистора R32. С помощью переключателя SA3 эту поправку изменяют в зависимости от частоты измеряемого сигнала. В режиме измерения разности фаз микроамперметр PA1 подключён к выходу ОУ DA6.



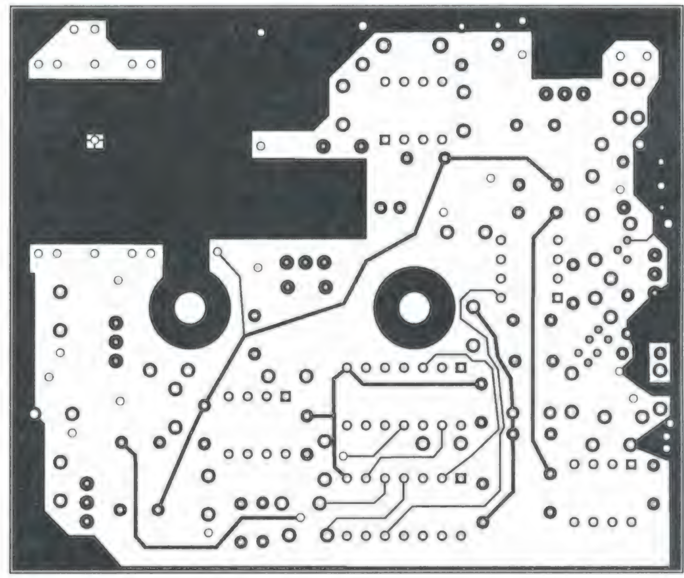


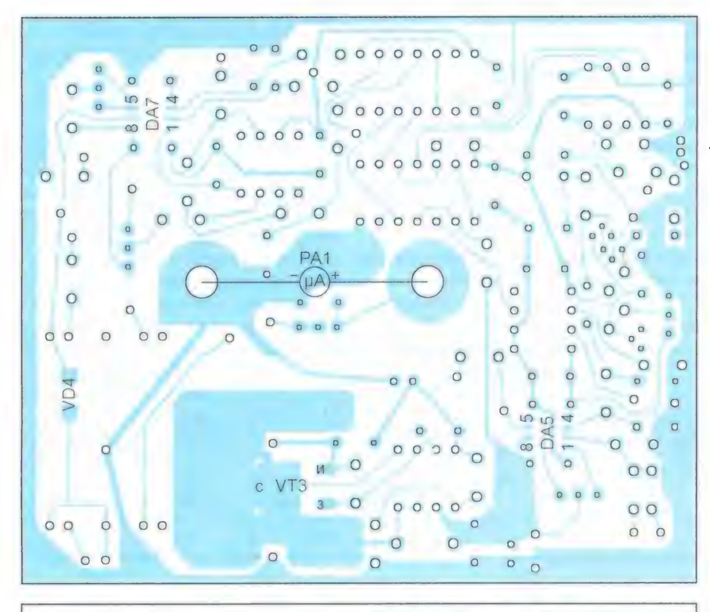
Рис. 2

Основа фазометра — фазовый детектор на логическом узле "Исключающее ИЛИ" из элементов DD1.1—DD1.3. Входные импульсные последовательности для него формируют быстродействующие компараторы напряжения DA2 и DA3, служащие детекторами переходов входного напряжения через ноль.

Детектор знака разности фаз построен на основе фазо-частотного детектора, образованного D-триггерами DD2.1 и DD2.2 и логическим элементом DD1.4. Входные импульсные последо-

вательности для него те же, что и для фазового детектора.

На выходе одного из триггеров при ненулевой разности фаз входных последовательностей будут следовать с частотой входных сигналов импульсы, коэффициент заполнения которых пропорционален разности фаз. В это время на выходе другого триггера импульсы будут очень короткими, длительностью, зависящей от быстродействия триггеров и логического элемента. При совпадении фаз такие короткие импульсы присутствуют на выходах обоих триггеров. Следовательно, постоянные составляющие сигналов на выходах триггеров, выделенные интегрирующими цепями R24C23 и R25C24 и поданные на входы компаратора напряжения DA7, будут существенно разными при несовпадении фаз и одинаковыми при их совпадении.



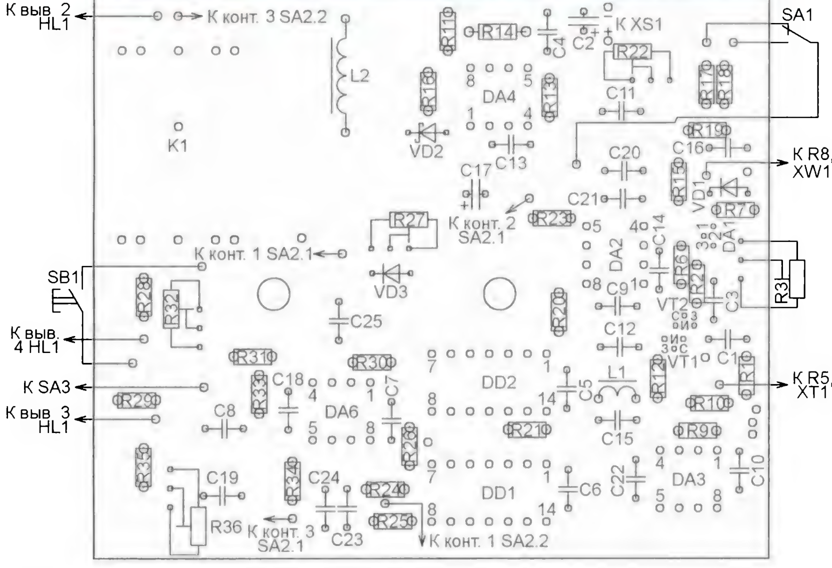


Рис. 3

Компаратор, непрерывно сравнивая напряжения на своих входах, управляет реле К1. Если фаза сигнала на входе компаратора DA2 опережает фазу сигнала на входе компаратора DA3, контакты реле К1.1 включают красный кристалл светодиода HL1. Когда соотношение фаз этих сигналов обратное, вместо красного включён синий кристалл светодиода HL1. При измерении напряжения цепь питания реле К1 разорвана контактами переключателя SA2.2 и включён зелёный кристалл светодиода.

Неизбежную ошибку сравнения фаз необходимо скомпенсировать с помощью подстроечного резистора R36, доведя её до 1...2°. Во избежание неопределённости вблизи резонанса при первом же срабатывании компаратора реле К1 блокируют замкнувшиеся контакты К1.2. Цепь блокировки можно разорвать нажатием на кнопку SB1 или переводом приставки в режим милливольтметра. Ни ошибки сравнения компаратора DA7, ни самоблокировка реле К1 не отражаются на точности измерения разности фаз описанным выше фазометром.

Для получения необходимого для питания ОУ приставки напряжения −5 В использован инвертор полярности на основе ШИ-контроллера DA4 с внешним полевым транзистором VT3. Поскольку частота преобразования выбрана небольшой (3 кГц), применено простейшее управление затвором транзистора VT3.

Приставка собрана в литом алюминиевом корпусе G0476 размерами 82,5×152,4×50,8 мм. Почти все её детали смонтированы на печатной плате размерами 90×75 мм, чертёж печатных проводников которой приведён на **рис. 2**, а схема расположения элементов на ней — на **рис. 3**. Плату надевают на выводы микроамперметра PA1 и закрепляют на них гайками. Общий провод соединён с корпусом устройства.

Непосредственно на корпусе размещены разъёмы XS1, XW1 и XW2, зажимы XT1, XT2, зажим заземления, переключатели SA1—SA3, кнопка SB1 и светодиод HL1. Резисторы R4, R5 и R8 смонтированы на выводах разъёмов XW1 и XW2, а R37—R47 — на переключателе SA3.

Микроамперметр PA1 — М592 0—100 мкА, переключатели SA1 — МТ-1, SA2 — МТ-3, SA3 — ПМ 11П1Н, кнопка SB1 — КМ1-1. Разъёмы XW1, XW2 — импортные приборные розетки BNC 50 Ом или отечественные СР-50-65ФВ. Зажимы XT1, XT2 — на основе импортного винтового зажимного блока для проводов сечением не более 1 мм^2.

Реле К1 — РГК-14 исполнения Бг4.569.000-03. Дроссель L1 — AL0307. Дроссель L2 имеет тороидальный магнитопровод DT60-52 размерами 15,2×8,53×5,94 мм. На нём намотаны 85 витков провода ПЭТВ-0,2.

Постоянные резисторы — МЛТ или им подобные, за исключением R2 и R15 — КИМ-0,125 и резистора R14, изготовленного из подходящего высокоомного провода. Подстроечные резисторы R3, R22, R27, R32, R36 — 3266W мощностью 0,25 Вт. Все конденсаторы — импортные, C2 и C17 — оксидные, остальные — керамические.

Собранный без ошибок из исправных деталей инвертор полярности напряжения в налаживании не нуждается. Необходимо лишь проверить напряжение на его выходе, которое должно находиться в пределах −(5...5,2) В относительно общего провода.

Перед началом работы с приставкой необходимо её заземлить. Следует заземлить и работающий с ней генератор.

Налаживание приставки начните, не включая её, с отсоединения верхнего по схеме вывода и движка построечного резистора R27 от подвижного контакта переключателя SA2.1. Измеряя мультиметром в режиме омметра сопротивление между движком подстроечного резистора и общим проводом приставки, установите его равным 1 кОм. Во время измерения сопротивления ток через микроамперметр не должен значитель-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

но превышать ток максимального отклонения его стрелки. По завершении этой процедуры восстановите соединение подстроечного резистора R27 и переключателя SA2.1.

Включите приставку и переведите её переключателем SA2 в режим милливольтметра. В первую очередь, в отсутствие сигнала на входе подстроечным резистором R22 установите на ноль стрелку микроамперметра PA1.

Для налаживания милливольтметра потребуется генератор с регулируемым выходным напряжением, соединённый с разъёмом XS2 отрезком коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом и длиной не более метра. Установите частоту сигнала генератора 25 МГц и его напряжение 1 Вэфф. Переключатель SA1 переведите в верхнее по схеме положение. Подстроечным резистором R3 отрегулируйте смещение на затворе транзистора VT2 так, чтобы наблюдаемый с помощью осциллографа сигнал на стоке транзистора VT1 был неискажённой синусоидой. Подбирая резистор R17, установите напряжение на выходе ОУ DA5 равным 1 В.

Уменьшите напряжение на выходе генератора до 100 мВэфф и переведите переключатель SA1 в нижнее по схеме положение. Подборкой резистора R18 ещё раз установите напряжение на выходе ОУ DA5 равным 1 В. Резистор R23 необходимо подобрать таким, чтобы стрелка микроамперметра PA1 в обоих случаях отклонилась на всю шкалу.

Для калибровки фазометра необходимо временно отпаять любой вывод резистора R4 и соединить центральные контакты разъёмов XW1 и XW2 проволочной перемычкой. Генератор подключите к одному из этих разъёмов и установите на его выходе частоту 25 МГц при напряжении 1 Вэфф. Переключателем SA2 переведите приставку в режим измерения разности фаз. Переключатель SA3 установите в положение "≤25 МГц".

При указанном на схеме номинальном сопротивлении резистора R47 добейтесь нулевых показаний микроамперметра PA1 подстроечным резистором R32. Если этого сделать не удаётся, необходимо заменить резистор R47 на резистор ближайшего номинала из рядов E24 или E48 и повторить установку нуля.

Далее, не изменяя положение движка построечного резистора R32, переводите переключатель SA3 поочерёдно во все положения от "≤22,5 МГц" до "≤0,25 МГц". Устанавливая частоту генератора, соответствующую положению переключателя, подбирайте резисторы R46—R37, добиваясь в каждом случае нулевых показаний микроамперметра.

Если имеется двухканальный генератор с регулировкой сдвига фаз между выходами, то снимите установленную ранее перемычку между разъёмами XW1, XW2 и припаяйте на место резистор R4. Соедините второй выход генератора с разъёмом XW1 точно таким же кабелем, каким подключён к разъёму XW2 его первый выход. Задайте сдвиг фазы любого из каналов 180°. Если такого генератора нет, необходимо будет временно отсоединить правые по схеме выводы резисторов R9 и R10 от входов 2 и 3 компаратора DA3 соответственно и подключить их к входам 3 и 2 компаратора DA2.

В положении переключателя SA3 "≤0,25 МГц" установите частоту генератора равной этому значению. Резистор R34 подберите таким, чтобы стрелка микроамперметра PA1 отклонилась на всю шкалу. После этого нужно восстановить соединение резисторов R9 и R10.

Для налаживания детектора знака фазы желательно иметь генератор сигналов специальной формы АКИП 3409/4 или другой с близкими функциональными возможностями и параметрами. Подключите его к двум входам приставки, как было описано выше, и установите частоту сигнала равной 25 МГц при нулевом сдвиге фазы между каналами. Зафиксируйте кнопку SB1 в нажатом положении.

Изменяйте начальную фазу сигнала любого из каналов генератора до момента переключения реле K1 и изменения цвета свечения светодиода HL1. Небольшими изменениями фазы в окрестностях этого значения определите ширину зоны нечувствительности детектора фазы, а подстроечным резистором R36 добейтесь её минимума — не более 2,5° на частоте 25 МГц. С понижением частоты она станет меньше: 2° — на частоте 16 МГц, 1° — на частоте 2,5 МГц и ниже. После этого отпустите кнопку SB1. На точность измерения фазы фазометром приставки эта регулировка не влияет.

При отсутствии двухканального генератора нулевую разность фаз можно имитировать, закоротив перемычками конденсаторы C23 и C24. Сделав это, движок подстроечного резистора R36 установите посередине между точками срабатывания и отпускания реле K1 (при нажатой кнопке SB1). Правда, измерить в градусах ширину зоны нечувствительности при этом уже не удастся.

Для измерения резонансной частоты колебательного контура приставку соединяют с генератором, как при калибровке фазометра. Однако, если предполагается использовать только амплитудный метод измерения, сигнал на разъём XS1 можно не подавать. Поскольку входная часть фазометра подключена постоянно, в режиме измерения фазы на выбранной рабочей частоте перед началом работы необходимо откорректировать фазу одного из каналов генератора, контролируя совпадение фаз по стрелочному индикатору PA1, при свободных зажимах XT1, XT2. О правильности знака коррекции свидетельствует включение элемента HL1 синего свечения.

Напряжение опорного канала не должно превышать 1 Вэфф, напряжение измерительного канала не должно превышать 3 Вэфф во всём рабочем диапазоне частот.

Делать это следует на частоте, близкой к предполагаемой резонансной частоте исследуемого контура.

Подключите этот контур к зажимам XT1 и XT2. Резонанс найдите традиционно — изменением частоты генератора по минимуму показаний сначала милливольтметра, а затем более точно — фазометра. Зная резонансную частоту и ёмкость контура, по формулам, приведённым, например, в [1], [2] и [3], можно найти индуктивность и собственную ёмкость катушки.

Результаты измерения резонансной частоты трёх контуров с разными катушками индуктивности (L1 и L2 изготовлены самостоятельно, L3 — стандартный дроссель) амплитудным (с помощью милливольтметра) и фазовым (с помощью фазометра) методами приведены в **таблице**. Измеренные резонансные частоты контуров указаны в ней как интервалы, в пределах которых показания микроамперметра PA1 оставались настолько близкими к минимуму (нулю), что точно определить значение резонансной частоты оказывалось невозможно. При фазовом методе измерения эта "мёртвая зона" значительно уже или вообще отсутствует, что свидетельствует о его повышенной точности.

Индуктивность катушек вычислена исходя из измеренной резонансной частоты и номинальной ёмкости конденсатора колебательного контура.

Катушка		L1	L2	L3
Расчётная (номинальная) индуктивность, мкГн		0,335	0,609	(12)
Контурная ёмкость, пФ		300±10 %	220±10 %	330±10 %
Резонансная частота, МГц	Расчётная с учётом разброса ёмкости	15,1...16,7	13,1...14,5	2,41...2,66
	Измеренная амплитудным методом ($f_{0а}$)	15.9...16,2	14,03...14,1	2,264...2,274
	Измеренная фазовым методом ($f_{0ф}$)	16,0576...16,0624	14,065	2,27147
Вычисленная при номинальной ёмкости конденсатора индуктивность, мкГн	По $f_{0а}$	0,322...0,334	0,579...0,585	14,84...14,98
	По $f_{0ф}$	0,3272...0,3274	0,582	14,88

ЛИТЕРАТУРА

1. **Пахомов Ю.** Приставка к ГСС для измерения L и C. — Радио, 1964, № 6, с. 53, 54, 57.

2. **Ильенко С.** Простая настройка сложных LC-фильтров. — Радио, 2010, № 8, с. 27.

3. **Винокуров В. И., Каплин С. И., Петелин И. Г.** Электрорадиоизмерения. — М.: Высшая школа, 1986.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2018

Ремонт и доработка сетевого блока питания Robiton PC1000

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В наличии оказался неисправный нестабилизированный сетевой блок питания (адаптер) Robiton PC1000, рассчитанный на выходной ток до 1 А с переключаемым выходным напряжением постоянного тока 1,5, 3, 4,5, 6, 7,5, 9 и 12 В. Кроме переключателя выходного напряжения, этот блок питания также оснащён переключателем его полярности. Аналогичные блоки питания распространены под разными торговыми марками, их обычно приобретают для питания различной маломощной аппаратуры, детских игрушек взамен вышедших из строя штатных питающих устройств.

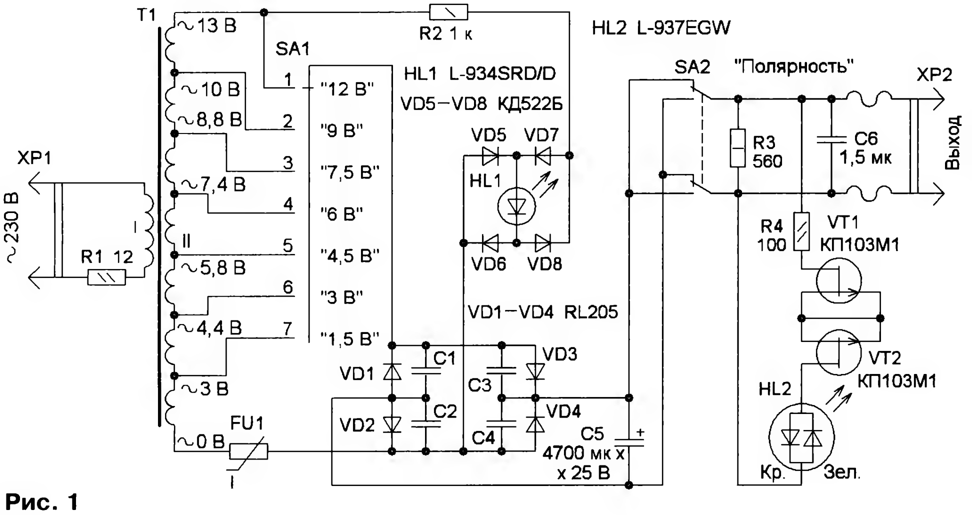


Рис. 1

Схема доработанного устройства показана на **рис. 1**. Изначально блок питания содержал понижающий трансформатор (T1), мостовой диодный выпрямитель (VD1—VD4), конденсатор C5 фильтра выпрямленного напряжения, переключатели SA1, SA2, резисторы R2, R3 и светодиод HL1. В блоке питания были неисправны диоды мостового выпрямителя, от сильного нагрева которых деформировался его пластмассовый корпус. Также был обрыв одноразового термопредохранителя на температуру 120 °С, включённого последовательно со вторичной обмоткой. Поскольку понижающий трансформатор с площадью центрального керна около 5 см^2 произвёл хорошее впечатление, было принято решение восстановить блок питания, попутно улучшив его эксплуатационные характеристики и повысить надёжность.

Последовательно с первичной обмоткой трансформатора предположительно включён одноразовый термопредохранитель, но доступ к нему затруднён. Дополнительно установлен предохранительный резистор R1. На место неисправных диодов 1N4004 установлены более мощные RL205 (VD1—VD4). Параллельно им дополнительно установлены конденсаторы C1—C4. Вместо конденсатора C5 ёмкостью 2200 мкФ установлен конденсатор ёмкостью 4700 мкФ, что уменьшило амплитуду пульсаций выходного напряжения. Взамен неисправного термопредохранителя, включённого последовательно с вторичной обмоткой понижающего трансформатора, установлен полимерный самовосстанавливающийся предохранитель FU1. Термопредохранитель был закреплён на вторичной обмотке трансформатора с помощью липкой ленты, самовосстанавливающийся предохранитель установлен в разрыв печатного проводника на плате. Чем больше температура внутри корпуса блока питания, тем при меньшем выходном токе будет срабатывать предохранитель FU1. При токе нагрузки 0,9 А и положении переключателя SA1 "12 В" предохранитель FU1 срабатывает через два часа непрерывной работы, его ток удержания — около 0,1 А. Ранее светодиод HL1 был подключён к вторичной обмотке T1 только через токоограничивающий резистор R2. Для увеличения яркости свечения добавлен мостовой диодный выпрямитель VD5—VD8.

Поскольку блок питания имеет переключатель полярности выходного напряжения SA2, для уменьшения вероятности ошибок устройство было дополнительно оснащено светодиодным индикатором полярности на элементах HL2, R4, VT1 и VT2. Когда переключатель SA2 находится в верхнем по схеме положении, генератором стабильного тока работает полевой транзистор VT2 и в светодиоде HL2 светит кристалл красного цвета. В нижнем по схеме положении SA2 ток через светодиод будет стабилизировать транзистор VT1, светит зелёный кристалл светодиода. Резистор R4 — защитный. Индикатор полярности работает при выходном напряжении более 2 В.

Нагрузочные параметры блока питания и потребляемая им мощность при напряжении сети 230 В приведены в **табл. 1** (без нагрузки), **табл. 2** (ток нагрузки — 0,5 А) и **табл. 3** (ток нагрузки — 1 А). Блок питания в разобранном виде показан на **рис. 2**, а в собранном — на **рис. 3**. Размеры корпуса — 87×59×51 мм, масса без соединительных проводов — 580 г. Штатные сетевые контактные штыри, установленные на нижней крышке, были удалены, вместо них применён провод длиной 2 м с сетевой вилкой XP1. На конце выходного кабеля установлено несколько разных штекеров для подключения к нагрузкам с разными типами гнёзд. Штатный соединительный провод имел сопротив-

Таблица 1

Положение переключателя SA1	Выходное напряжение, В	Потребляемая мощность, Вт
1,5 В	3,4	2,5
3 В	5,2	2,6
4,5 В	6,9	2,6
6 В	8,7	2,6
7,5 В	10,2	2,6
9 В	12,1	2,7
12 В	15,8	2,9

Таблица 2

Положение переключателя SA1	Выходное напряжение, В	Потребляемая мощность, Вт
1,5 В	2,2	4,8
3 В	4	5,8
4,5 В	5,7	6,9
6 В	7,4	7,9
7,5 В	8,7	8,6
9 В	10,5	10,0
12 В	13,6	13,3

Таблица 3

Положение переключателя SA1	Выходное напряжение, В	Потребляемая мощность, Вт
1,5 В	1,4	6,8
3 В	3	8,7
4,5 В	4,5	11,0
6 В	5,9	12,7
7,5 В	7,3	14,0
9 В	8,7	16,3
12 В	11,5	20,1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 2

ление 1,6 Ом, поэтому он заменён двужильным силовым кабелем AWG18 длиной 120 см. В корпусе блока просверлено около сотни вентиляционных отверстий диаметром 2,5 мм.

Резистор R1 — импортный невозгораемый или разрывной, остальные — С1-4, С1-14, С2-23, МЛТ, РПМ. Конденсатор С5 — оксидный импортный, остальные — керамические или плёночные. Вместо диодов КД522Б подойдут любые из серий КД510, КД521, 1N4148, 1N914 или аналогичные. Диоды RL205 можно заменить любыми из серий FR201—FR207, FR301—FR307, RL201—RL207, КД257, КД226. Светодиод L-937EGW (красного и зелёного свечения, диаметр корпуса — 3 мм) можно заменить, например, светодиодом L-117EGW или L-57EGW. Полевые транзисторы с каналом p-типа КП103М1 (с начальным током стока около 7 мА) можно заменить транзисторами 2П103Г, 2П103Д, КП103Л, КП103Л1. Без изменения схемы включения можно применить полевые транзисторы с каналом n-типа, например, 2П302А, КП302А, КП302АМ, 2П303Г, КП303Г, 2П303Д, КП303Д. Упомянутые транзисторы имеют отличия в цоколёвке и типе корпуса. Полевые транзисторы, резистор R4 и светодиод HL2 приклеены к нижней крышке корпуса клеем "Квинтол". Взамен самовосстанавливающегося предохранителя MF-S150 подойдут MF-R160, LP30-160.



Рис. 3

Безошибочно изготовленное устройство начинает работать сразу и не требует налаживания. Поскольку контакты переключателей SA1, SA2 — это проводники на печатной плате, чтобы уменьшить их износ, нежелательно переключать выходное напряжение и его полярность при подключённой нагрузке.

Источником энергии для светильника были выбраны Li-ion аккумуляторы с высокой удельной энергоёмкостью. Затем были проанализированы статьи в журнале "Радио" о светодиодном освещении — от описаний простейших конструкций [1], где светодиоды подключены к аккумулятору через токоограничивающие резисторы, до более сложных [2] и [3], собранных на недорогой микросхеме MC34063, и, наконец, [4—6], где применены дорогие специализированные микросхемы.

Как ни странно, я не смог выбрать подходящую схему светильника ни в одной из этих статей. Например, тот, доработка которого описана в [1], имеет низкий КПД, а яркость его свечения постоянно спадает по мере разрядки аккумулятора. Преобразователь напряжения в карманном фонаре, описанном в [2], имеет выходную мощность всего около 0,5 Вт. К тому же микросхема MC34063 при таком низком для неё напряжении питания (3 В) имеет невысокий КПД. Устройства из [3], [4] и [6] работают от двух Li-ion аккумуляторов, соединённых последовательно. Это усложняет алгоритм зарядки и контроль разрядки каждого аккумулятора. Выходная мощность преобразователей напряжения в [3] и [4] тоже невелика (0,6 Вт и 2 Вт соответственно). Больше всего соответствовал моим требованиям светодиодный фонарь, описанный в [5]. Но выходная мощность его преобразователя — всего 1,5 Вт, а собран он на двух недешёвых специализированных микросхемах.

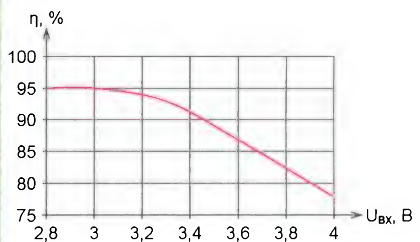


Рис. 1

Во всех рассмотренных устройствах, кроме [1], применены импульсные преобразователи напряжения. Однако присущий им высокий КПД удалось реализовать только в [5]. Заявленный в [4] КПД 93 % относится лишь к микросхеме преобразователя, а суммарный КПД всего устройства приблизительно на 10 % меньше за счёт потерь в ограничивающих ток резисторах.

В конце концов, простое, доступное для повторения и надёжное устройство питания светодиодов от Li-ion аккумуляторов мне удалось собрать на основе линейного стабилизатора напряжения. Оно имеет мощность 4 Вт (выходной ток — 1,3 А) и средний КПД — 87 %. Зависимость КПД от входного напряжения представлена на **рис. 1**.

Схема светильника приведена на **рис. 2**. За основу взята схема из [7]. После доработки она стала проще, повышены выходной ток и коэффициент стабилизации. При подаче питания транзистор VT1, открывшийся током

Автономный светодиодный светильник

С. УСТИНОВ, г. Москва

Автономное освещение необходимо во многих случаях — в турпоходах, на рыбалке, на садовом участке. Желательно, чтобы оно работало без подзарядки длительное время, было достаточно ярким, надёжным и недорогим. Однако ассортимент светодиодных фонарей на прилавках магазинов и радиорынков в большинстве случаев не соответствует этим требованиям. Поэтому, когда несколько лет назад автору потребовался автономный источник света мощностью 3...4 Вт, он решил изготовить его самостоятельно.

через резистор R1, открывает транзистор VT2. Начинает заряжаться конденсатор C3, поэтому напряжение на резисторе R5 и на управляющем входе параллельного стабилизатора напряжения DA1 растёт. Как только оно достигает 2,5 В, участок анод—катод микросхемы DA1 открывается и, уменьшая ток базы транзистора VT1, ограничивает рост напряжения на конденсаторе C3, стабилизируя его на уровне 3,1...3,2 В. Это обеспечивает рабочий ток через светодиоды EL1—EL6 1,2...1,3 А.

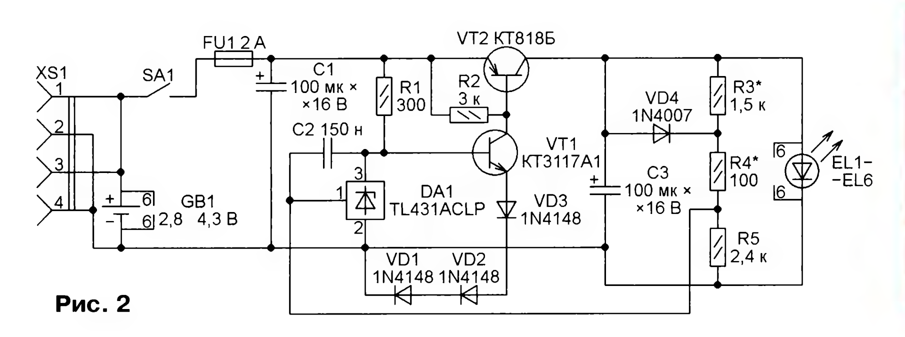


Рис. 2

Диоды VD1—VD3 поддерживают напряжение на катоде микросхемы DA1 на уровне 2,7...3,1 В во всём интервале изменения входного напряжения 2,8...4,3 В. Конденсаторы C2 и C3 предотвращают самовозбуждение. Предохранитель FU1 защищает устройство от замыкания на выходе.

Аккумуляторная батарея GB1 состоит из шести соединённых параллельно Li-ion аккумуляторов типоразмера 18650, проработавших до этого более пяти лет в ноутбуке. Их суммарная ёмкость оказалась равной 12 А·ч вместо первоначальных 13,2 А·ч, а внутреннее сопротивление возросло до 0,2 Ом на один аккумулятор. Длительность непрерывного свечения фонаря от полностью заряженной батареи получилась равной десяти часам, из них 8,5 ч при полной яркости (напряжение батареи уменьшается от 4,2 до 3,3 В) и 1,5 ч при плавно снижающейся яркости (напряжение уменьшается от 3,3 до 2,8 В, ток светодиодов падает с 1,3 до 0,3 А). В критических ситуациях допустима и более глубокая разрядка батареи, причём яркость свечения при токе светодиодов 0,1...0,2 А, и даже меньше, остаётся вполне достаточной для ориентирования в темноте.

В качестве EL1—EL6 применены белые светодиоды мощностью 1 Вт (максимальный ток — 350 мА), установленные на общем теплоотводе — алюминиевой пластине размерами 120×70×3 мм, закреплённой снаружи пластмассового корпуса светильника.

Были опробованы светодиоды фирмы Nichia (**рис. 3**) и светодиоды неизвестного изготовителя (**рис. 4**), аналогичные по конструкции и параметрам отечественным светодиодам SVL01P1 [8]. Первые поставляют уже установленными на индивидуальные алюминиевые подложки-теплоотводы. Для вторых подложки нужно приобретать отдельно и паять на них светодиоды вручную. Процесс пайки очень прост, желательно только наносить теплопроводящую пасту между светодиодом и подложкой. Светодиоды обоих типов широко представлены в интернет-магазинах. Конечно, можно применить и другие светодиоды, но желательно, чтобы их конструкция предусматривала крепление к теплоотводу, а прямое падение напряжения при токе 0,2 А не превышало 3,2...3,3 В.

Возникает вопрос, почему использовано параллельное соединение светодиодов без выравнивающих ток резисторов? Такое решение было принято на основе анализа усреднённой вольт-амперной характеристики (ВАХ) применённых светодиодов, приведённой на **рис. 5** (голубая кривая). Она показывает, что при различии падения напряжения на двух разных светодиодах при одинаковом токе 0,22 А — не более 0,08 В (например, 3,11 В и 3,19 В), разность их токов не будет превышать 0,04 А (9 %), если подать напряжение 3,15 В, соединив светодиоды параллельно. При разнице 0,1 В (3,10 В и 3,20 В) разность токов будет 0,05 А (11 %), при разнице 0,12 В — 0,06 А (13 %).

Так как средний ток одного светодиода (0,22 А) выбран значительно меньше максимально допустимого (0,35 А), а светодиоды установлены на общем теплоотводе, можно считать, что тепловые и токовые нагрузки на каждый светодиод будут значительно меньше максимально допустимых.

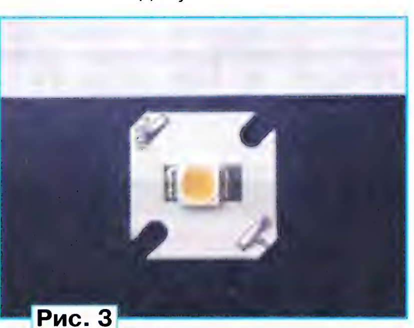


Рис. 3



Рис. 4

Из десяти светодиодов, изображённых на рис. 3, шесть уложились в интервал 3,14...3,19 В и четыре — в 3,26...3,30 В. А из 20 светодиодов, изображённых на рис. 4, случайным образом взятых из двух различных партий, приобретённых с интервалом в два года, у 19 штук прямое напряжение при токе 0,22 А находилось в пределах 3,09...3,16 В, а у одного было равным 3,23 В. Таким образом, в обоих случаях подобрать светодиоды с разницей прямого напряжения менее 0,1 В не представляет труда.

Для сравнения на рис. 5 (красная кривая) приведена ВАХ четырёх соединённых последовательно кремниевых диодов (эмиттерных переходов транзисторов КТ815Г). Она заметно более крутая, чем ВАХ светодиодов. Это значит, что при параллельном соединении кремниевых диодов разброс текущих через них токов получится значительно больше.

Чтобы уменьшить зависимость тока светодиодов от температуры, преду-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

смотрен диод VD4. Он закреплён на общем со светодиодами теплоотводе. При повышении температуры его дифференциальное сопротивление понижается, и за счёт обратной связи ток, текущий через светодиоды, уменьшается. При повышении температуры светодиодов от 20 °C до 50 °C ток через них

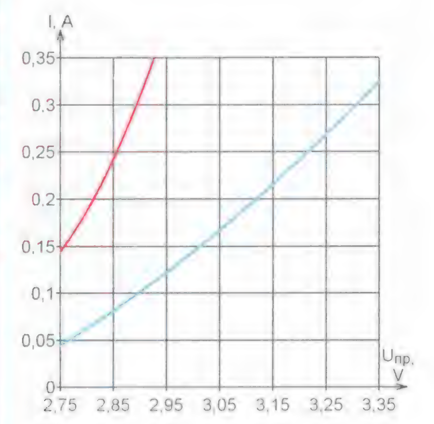


Рис. 5

изменяется от 1,21 А до 1,29 А, это меньше 7 %. В отсутствие диода VD4 это изменение было бы около 20 %, а при уменьшенной площади теплоотвода — ещё больше. Измерения проводились при напряжении батареи GB1 3,6 В. Измерялся потребляемый от неё ток, из которого вычитался ток базы транзистора VT2 (13 мА) и ток катода стабилизатора DA1 (2 мА).

Для подборки светодиодов по прямому напряжению необходим стабилизированный источник напряжения, регулируемого от 15 до 20 В, с максимальным выходным током не менее 0,3 А. Закрепите шесть светодиодов на общем теплоотводе. Установите на выходе источника напряжение 15 В и подключите к нему светодиоды по схеме, показанной на **рис. 6**. Плавно увеличивая напряжение, добейтесь, чтобы вольтметр PV1 показал 2,2 В, что соответствует току через светодиоды 0,22 А. Подождите 30...40 с стабилизации теплового режима светодиодов. Затем цифровым вольтметром измерьте напряжение на каждом светодиоде и отберите экзем-

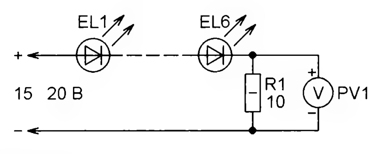


Рис. 6

пляры с разбросом, не превышающим 0,1 В. Снимите светодиоды с теплоотвода, закрепите новые и повторите всё сначала.

Налаживание светильника сводится к установке напряжения на светодиодах и тока через них. Вместо батареи GB1 временно подключите регулируемый источник напряжения, которое установите равным 3,6 В. Не подключая светодиоды EL1—EL6, добейтесь подборкой резисторов R3 и R4 напряжения на конденсаторе C3 2,8...2,9 В. Последовательно в цепь питания устройства включите амперметр на 2...3 А.

Подключите светодиоды EL1—EL6 согласно схеме и замкните выключатель SA1. Амперметр должен показать 0,2...0,5 А. Вновь подбирая резисторы R3 и R4, добейтесь установившихся после двух-трёх минут прогрева светодиодов показаний амперметра около 1,3 А (напомню, диод VD4 должен быть закреплён на общем со светодиодами теплоотводе). Сопротивление резистора R3 не должно быть менее 1,2 кОм, иначе ухудшится термостабилизация тока светодиодов.

Индикатор разрядки аккумуляторной батареи в описываемом светильнике — уменьшение в два-три раза яркости свечения светодиодов. Но даже при такой грубой индикации допустить переразрядку батареи сложно, поскольку ток через светодиоды и яркость их свечения при уменьшении её напряжения ниже 2,8...2,9 В резко снижаются.

Чтобы использовать светильник для дежурного экономного освещения, в него необходимо ввести выключатель, который подключал бы параллельно резистору R3 дополнительный резистор, сопротивление которого подобрано таким, чтобы ток через светодиоды уменьшался в 10...15 раз. Это во столько же раз увеличит максимальную продолжительность свечения.



Рис. 7

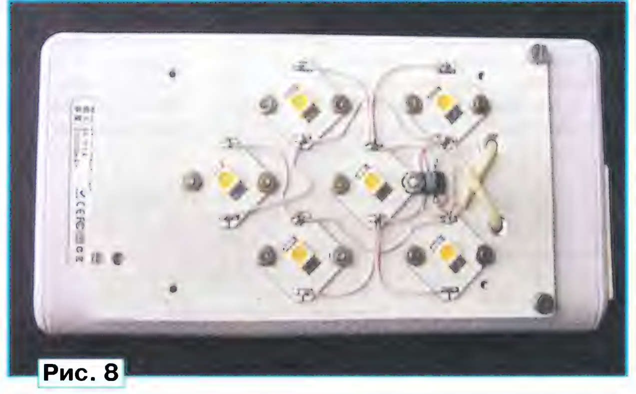


Рис. 8



Рис. 9

Разъём XS1 предназначен для зарядки батареи. Её можно выполнять от регулируемого источника напряжения, оснащённого регулируемым ограничителем тока. На выходе источника установите напряжение 4,2 В при пороге ограничения тока 1...3 А и подключите его к разъёму XS1 в соответствующей полярности. Выключатель SA1 во время зарядки должен быть разомкнут. Зарядку можно считать завершённой, когда показания встроенного в источник амперметра уменьшатся в 20...30 раз относительно начального значения.

Второй способ зарядки — от специализированного зарядного устройства для Li-ion аккумуляторов с током зарядки 1...3 А. Ограничение в 3 А необходи-

мо во избежание перегрева аккумуляторов с повышенным внутренним сопротивлением, применённых в устройстве. При использовании новых аккумуляторов ток зарядки можно увеличить до 4...5 А. Необходимо только, чтобы контакты разъёма XS1 выдержали такой ток.

Светодиодный светильник имеет размеры 160×80×30 мм. Он собран в приобретённом в интернет-магазине корпусе для внешнего резервного аккумулятора (power bank), рассчитанного на шесть аккумуляторов типоразмера 18650. Из корпуса я удалил все контакты и поместил в него шесть аккумуляторов, соединив их пайкой (в качестве флюса использовал растолчённую в порошок таблетку аспирина). Плата с микросхемой была также удалена, а на её место установлен фрагмент макетной платы размерами 68×30 мм с элементами стабилизатора напряжения. Печатная плата не разрабатывалась для экономии места по высоте. Отверстия в корпусе, предназначавшиеся для двух USB-разъёмов, были подпилены и в них вставлены разъём XS1 и выключатель SA1.

Транзистор КТ818Б установлен сбоку от платы на алюминиевой пластине размерами 15×20 мм. Этот транзистор должен при токе коллектора 1 А иметь статический коэффициент передачи тока около 100. При уменьшении его до 50 КПД устройства уменьшится на 1 % при напряжении батареи более 3,5 В и на 2...3 % при напряжении менее 3,4 В. Вместо транзистора КТ818Б можно применить КТ837К или КТ837Ф. Заменой транзистора КТ3117А1 могут служить КТ503Б, КТ503Г, КТ645А, КТ645Б, КТ815А—КТ815Г.

В качестве VD1—VD3 желательно использовать диоды с максимальным прямым током 0,1...0,2 А (1N4148, КД522Б, КД510А). Более мощные диоды применять не следует, поскольку при малом токе у них меньше прямое падение напряжения, что может сделать недостаточным напряжение на катоде микросхемы DA1. В качестве VD4 для надёжности лучше не использовать диоды в стеклянном корпусе. Разъём XS1 — РГ1Н-1-1, плавкая вставка FU1 — ВП1-1. конденсатор С2 — керамический.

Внешний вид светильника показан на **рис. 7**, где светодиоды закрыты защитной крышкой, а со снятой крышкой — на **рис. 8**. Расположение элементов внутри корпуса видно на **рис. 9**.

При температуре окружающей среды +25 °С и непрерывной работе устройства в течение двух часов температура самого горячего светодиода достигла +52 °С (была измерена температура выводов светодиода максимально близко к его кристаллу).

По рассмотренной схеме я собрал четыре светильника с числом аккумуляторов от двух до шести и числом светодиодов от трёх до шести. Три из них безотказно работают уже более трёх лет, а одно собрано недавно.

Исключив из устройства диод VD1, его можно применять в качестве стабилизатора напряжения с малым минимальным падением напряжения (около 0,2 В при токе 1,3 А) и очень большим коэффициентом стабилизации. При токе нагрузки более 2 А в качестве VT2 лучше использовать транзисторы КТ8102А или КТ9120А, а в качестве VT1 — КТ815А—КТ815Г. При входном напряжении более 5...6 В сопротивление резистора R1 необходимо увеличить до 1 кОм, а более 10...12 В — до 3 кОм.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Питание светодиодного светильника "Эра К48" от Li-ion аккумулятора. — Радио, 2016, № 6, с. 51, 52.

2. **Баширов А., Баширов С.** Карманный фонарь на мощном светодиоде. — Радио, 2009, № 6, с. 51, 52.

3. **Гуреев С.** Походный светодиодный светильник. — Радио, 2012, № 10, с. 35—37.

4. **Томилов С.** Кемпинговый светодиодный фонарь. — Радио, 2013, № 10, с. 49, 50.

5. **Косенко С.** Импульсный стабилизатор тока на микросхеме L6920D в светодиодном фонаре. — Радио, 2011, № 6, с. 30—33.

6. **Евсиков М.** Стабилизатор тока MP2481 для питания мощных светодиодов. — Радио, 2011, № 4, с. 45—47.

7. **Каныгин С.** Низковольтные стабилизаторы напряжения на микросхеме КР142ЕН19. — Радио, 2002, № 10, с. 36.

8. **Юшин А.** Отечественные светодиоды повышенной яркости. — Радио, 2013, № 2, с. 44, 45.

Приёмник прямого преобразования аппаратуры радиоуправления

В. РУБЦОВ, г. Астана, Казахстан

Предлагаемый приёмник может содержать до четырёх каналов пропорционального управления исполнительными механизмами летающей модели. Он рассчитан на работу с передатчиком, подающим команды изменением частоты излучения в зависимости от положения ручки управления.

Приёмник выделяет сигнал с частотой биений между принимаемым сигналом и гетеродином. Сигнал биений поступает на частотные детекторы каналов, каждый из которых работает в выделенной ему полосе частот. В зависимости от соотношения частоты биений и частоты настройки детектора на выходе последнего формируется напряжение положительной или отрицательной полярности, которое вращает в соответствующую сторону вал серводвигателя и механически связанного с ним переменного резистора. Напряжение, снимаемое с этого резистора, управляет частотой настройки детектора. По достижении точной настройки на частоту биений напряжение на выходе детектора становится нулевым и двигатель останавливается, фиксируя исполнительный механизм в положении, соответствующем положению ручки управления в передатчике.

На **рис. 1** показана схема высокочастотной части приёмника. В качестве антенны WA1 использован полуволновый вибратор, проложенный в крыле модели.

Принятый сигнал поступает на входной колебательный контур L1C3, настроенный на частоту передатчика. На транзисторе VT2 собран усилитель высокой частоты. Коллектор этого транзистора соединён с контуром смесителя L3C13.

Сам смеситель собран на транзисторе VT3, на базу которого подан сигнал гетеродина — кварцевого генератора на транзисторе VT1. Кварцевый резонатор ZQ1 включён в цепь положительной обратной связи между эмиттером транзистора и отводом катушки L2. Это позволяет резонатору в зависимости от настройки контура L2C7 возбуждаться как на основной частоте, так и на её нечётных гармониках до седьмой включительно. Субгармоники генерируемой частоты в спектре сигнала отсутствуют, что благоприятно сказывается на его чистоте. Для проведения эксперимента я применил резонатор на частоту 48,395 МГц. При этом все три контура L1C3, L2C7 и L3C13 настроены на одну и ту же частоту 145,185 МГц.

Каркасы катушек L1—L3 — пластмассовые диаметром 7 мм. Они намотаны медным посеребрённым проводом диаметром 0,8 мм. Катушка L1 — 5 витков с отводами от 1,5 витков сверху и снизу, длина намотки — 11 мм. Катушка L2 имеет подстроечник из феррита 400НН от катушек КВ-диапазонов лампового приёмника. В ней — 3,5 витка, отвод от 1,5 витка снизу по схеме, длина намотки — 8 мм. Катушка L3 — 4 витка с отводом от первого витка, считая сверху по схеме. Длина намотки — 10 мм.

Следует учесть, что гетеродин в описываемом приёмнике может работать и на частоте вдвое ниже принимаемой. В этом случае в узле на транзисторе VT3 будет происходить удвоение частоты. При этом нежелательное излучение сигнала гетеродина в эфир станет заметно меньше. Однако в приёмник придётся установить кварцевый резонатор на частоту в два раза ниже, чем в передатчик, что затруднит приобретение нужных резонаторов.

Низкочастотный сигнал биений между принятым сигналом и гетеродином, выделенный на резисторе R9, поступает через фильтр C14R14C15 на усилитель на ОУ DA1. С его выхода усиленный сигнал через разветвитель, выполненный на полевых транзисторах VT4 и VT5, может быть подан на входы четырёх сервоприводов. Если их меньше, некоторые выходы разветвителя можно оставить свободными или даже не устанавливать относящиеся к этим выходам детали.

Принципиальная схема одного сервопривода (остальные такие же) показана на **рис. 2**. Он состоит из частотно-

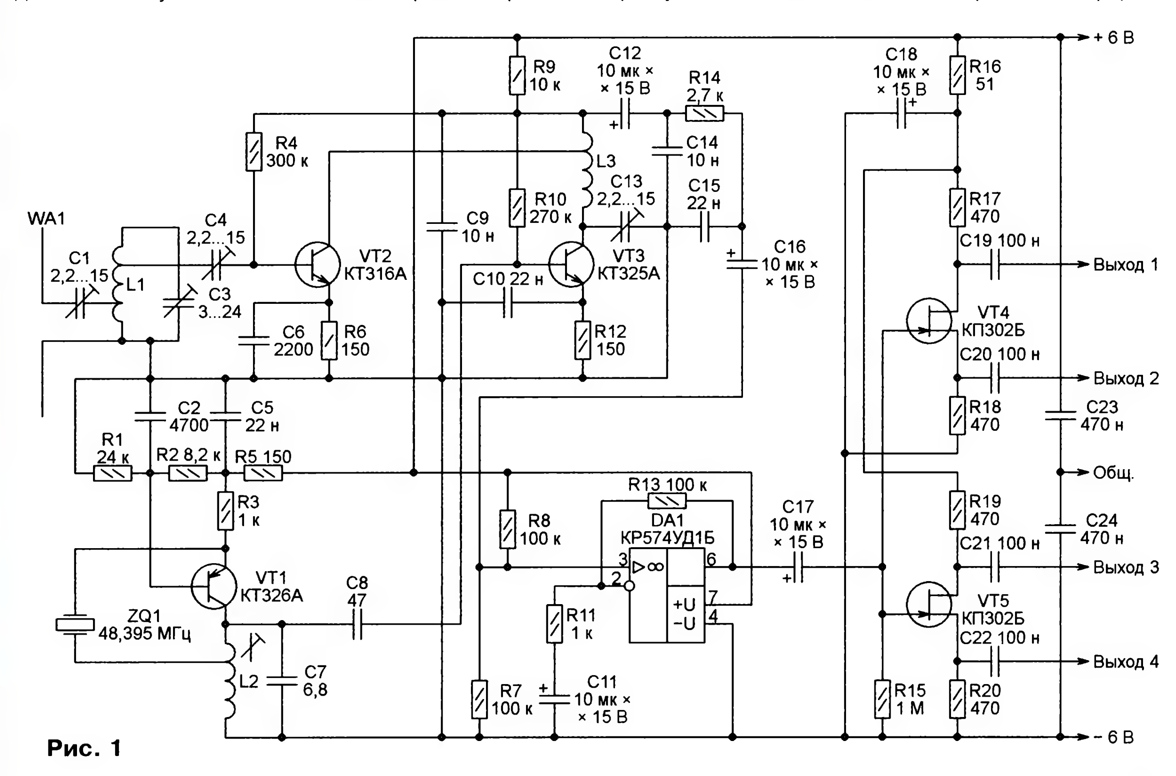


Рис. 1

Рис. 2

го детектора, выполненного по схеме детектора отношений, и усилителя, обеспечивающего управление серводвигателя M1 выходным сигналом этого детектора.

Центральные частоты каналов управления выбраны равными 11,6, 10, 8,7 и 7,5 кГц с учётом возможности достаточной для нормальной работы перестройки частотного детектора одним варикапом КВ127Г (VD1). Варикап подключён к контуру детектора L1C4 через разделительные конденсаторы C2 и C3. Управляющее напряжение на него подано с движка переменного резистора R1, механически связанного с валом серводвигателя M1.

Катушка L1 намотана проводом ПЭЛ диаметром 0,1 мм и содержит 370×2 витков провода для канала с центральной частотой 11,6 кГц или соответственно 400×2, 430×3 и 460×2 для других каналов. Намотка — внавал двумя сложенными вместе проводами на пластмассовой оправке диаметром 4 мм, взятой из контуров ПЧ (465 кГц) транзисторных приёмников. Чтобы получить вывод от середины катушки, конец одного провода соединён по окончании намотки с началом другого провода. Готовая катушка помещена в два горшка из феррита 400НН (диаметр — 12 мм, высота в сложенном виде — 12 мм) от упомянутых контуров ПЧ. Внутрь её вставлен ферритовый подстроечник диаметром 3 мм от тех же контуров. Перемещая подстроечник, можно изменять индуктивность катушки.

Катушку L1 можно намотать и на кольцевом ферритовом магнитопроводе. Витков потребуется меньше, но процесс будет намного сложнее, а подстройка станет невозможна. Магнитопровод сложите из двух колец с внешним диаметром 10 мм из феррита с магнитной проницаемостью 1000...2000. Для канала 11,6 кГц намотайте проводом ПЭВ диаметром 0,1 мм 72 витка, для 10 кГц — 85 витков, для 8,7 кГц — 95 витков, для 7,5 кГц — 115 витков, сделав отвод от середины каждой катушки.

Конденсатор C7 подавляет сигналы ЗЧ на входе усилителя серводвигателя. Резисторы R2 и R3 разделяют цепи сигнала и управления варикапом, сохраняя при этом симметрию плеч детектора.



Рис. 3

При отсутствии входного сигнала или его частоте, равной текущей, определяемой напряжением на движке переменного резистора R1, и частоте настройки контура частотного детектора постоянное напряжение на конденсаторе C7 равно нулю. Транзисторы VT1—VT8 закрыты, что хорошо с точки зрения экономии энергии источника питания. Серводвигатель M1 выключен.

При отклонении входной частоты в ту или иную сторону от резонансной частоты контура на конденсаторе C7 появляется положительное или отрицательное напряжение. Оно тем больше по абсолютному значению, чем больше отклонение частоты. Положительное напряжение открывает транзистор VT1, при этом напряжение на его коллекторе падает. В результате открываются и транзисторы VT3, VT5, VT7. Транзисторы же VT2, VT4, VT6, VT8 закрываются ещё более надёжно. При отрицательном напряжении на выходе детектора ситуация обратная: транзисторы VT1, VT3, VT5, VT7 остаются закрытыми, а VT2, VT4, VT6, VT8 открываются. И чем больше по абсолютному значению напряжение на выходе детектора, тем больше оно в соответствующей полярности на серводвигателе, достигая 6 В при напряжении 0,2 В на конденсаторе C7.

Поскольку вал двигателя, вращаясь, перемещает движок переменного резистора R1, ёмкость варикапа VD1 изменяется и достигает значения, при котором контур детектора точно настроен на частоту биений. Напряжение на конденсаторе C7 снова равно нулю, поэтому двигатель останавливается. В итоге рычаг сервопривода остаётся зафиксированным в положении, заданном ручкой управления в передатчике.

Подстроечные резисторы R16 и R17 позволяют установить напряжение на эмиттерах транзисторов VT1 и VT2 таким, чтобы транзисторы открывались входным напряжением соответствующей полярности, начиная с нуля.

Серводвигатель M1 — F280-2580 с номинальным напряжением питания 6 В и сопротивлением обмотки 9 Ом. Согласно справочным данным, его ток потребления — около 700 мА при предельной нагрузке и около 50 мА на холостом ходу. Но при попытке затормозить вал пальцами ток увеличивался всего до 150 мА.

Вместе с переменным резистором R1 двигатель M1 установлен на текстолитовой плате размерами 36×38 мм (**рис. 3**) и закреплён на ней двумя латунными скобами. Использован переменный резистор от блока настройки каналов старого телевизора. В корпусе резистора пропилен паз длиной 17 мм и шириной 2,5 мм. В теле пластмассового движка-держателя подвижного контакта просверлено отверстие, в котором нарезана резьба M2,5. В отверстие ввёрнут винт M2,5×12, служащий поводком исполнительного механизма. В качестве зубчатого колеса редуктора, связывающего вал двигателя с ходовым винтом переменного резистора, использовано пластмассовое зубчатое колесо от дискового телефонного номеронабирателя. Диаметр колеса — 22 мм, число зубьев — 45. Оно жёстко

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

насажено на имеющий насечку конец вала ходового винта переменного резистора. Общее замедление (с учётом шага ходового винта) получилось равным 1:175, хотя классическим для сервопривода считается редуктор с замедлением 1:200. Этого оказалось достаточно для чёткой работы сервопривода.

Конструкция движка резистора такова, что в его крайних положениях ходовой винт начинает проскальзывать. Это предохраняет движок от повреждения, а винт от заклинивания, если мотор сервопривода по достижении крайнего положения не остановился.

На **рис. 4** изображена схема узла питания приёмника. Он позволяет питать его от одной аккумуляторной батареи напряжением 12 В. Это удобнее, чем применение двух батарей по 6 В. Узел на транзисторах VT1, VT2 и ОУ DA1 делит напряжение батареи на две равные части, создавая "искусственный общий провод" для питания сервоприводов. Такой делитель напряжения хорошо работает при токе нагрузки любой полярности до 1 А. По этой причине он может быть одним на все четыре канала управления. Высокочастотная часть работает от полного напряжения батареи.

В приёмнике применены широко распространённые радиодетали. Резисторы — МЛТ, конденсаторы — КМ, КТ, КД, KZG, К50-35. Транзисторы КТ814Г заменимы на КТ816Г, КТ815Г — на КТ817Г. Силовые транзисторы необходимо устанавливать на небольшие алюминиевые радиаторы.

Описанный сервопривод можно использовать и в качестве регулятора хода (управлять силовым электродвигателем модели, подключённым вместо серводвигателя). Для этого из устройства, схема которого приведена на рис. 2, следует удалить варикап VD1 и связанные с ним конденсаторы C2 и C3 и резисторы R1—R3. При потребляемом двигателем токе более 1 А транзисторы КТ815Г и КТ814Г следует заменить более мощными, например, серий КТ818 и КТ819. Канал управления силовым электродвигателем должен иметь отдельный умощнённый узел питания, подобный тому, схема которого изображена на рис. 4.

Налаживание приёмника следует начинать с узла питания. После подачи на него напряжения 12 В следует убедиться в наличии на выходах равных по абсолютному значению напряжений +6 В и −6 В, измеренных относительно точки соединения эмиттеров транзисторов VT1 и VT2. При неравенстве выходных напряжений следует подобрать сопротивление резистора R1 или R2 (в зависимости от знака отклонения). При подключении двигателя к одному и другому выходам напряжения на них должны оставаться неизменными. Чтобы избавиться от изменений напряжения при подключении нагрузки, следует уменьшить сопротивление резистора R4.

Настройку сервопривода начните с проверки режимов транзисторов. При отсутствии сигнала на входе частотного детектора все транзисторы должны быть закрыты (напряжение относительно цепи "Общ." на коллекторе транзистора VT1 составляет +6 В, на коллекторе транзистора VT2 — −6 В, на коллекторах транзисторов VT3 и VT4 — 0 В). Точнее, они должны находиться на грани открывания, чего следует добиться подстроечными резисторами R16 и R17.

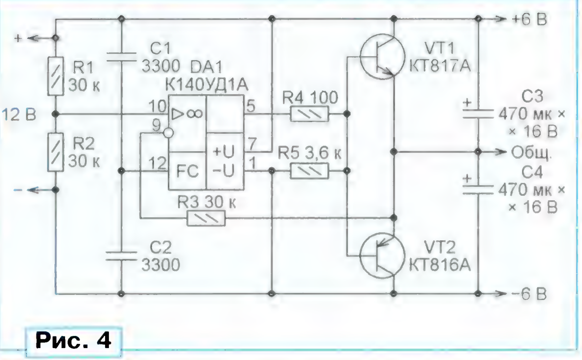


Рис. 4

Установите движок переменного резистора R1 в среднее положение. От лабораторного генератора подайте на вход частотного детектора сигнал, частота которого равна центральной частоте проверяемого канала (например, 11,6 кГц), а амплитуда — 0,2 В. Перемещая подстроечник катушки L1, добейтесь появления постоянного напряжения на конденсаторе C7 (измерять высокоомным вольтметром или осциллографом), а затем линейного спада его до нуля. Можно настроить контур и подборкой ёмкости конденсатора C4.

Не подключая двигатель, проверьте изменение постоянного напряжения на конденсаторе C7 при отклонении частоты генератора на 100...300 Гц в обе стороны от центральной. Напряжение на конденсаторе должно изменяться от +0,2 В до −0,2 В. При этом на коллекторе транзистора VT3 напряжение должно изменяться от 0 до почти +6 В, а на коллекторе транзистора VT4 — от 0 почти до −6 В.

После присоединения электродвигателя он должен при изменении частоты входного сигнала перемещать движок переменного резистора R1 в положения, зависящие от текущего значения частоты. Если движок переменного резистора достиг одного из крайних положений, а двигатель не остановился, причиной может быть слишком большое отклонение частоты генератора от центральной. Проверьте это уменьшением расстройки. Другая причина — неправильная фаза механической обратной связи. Измените её взаимной переменой мест подключения выводов двигателя. При желании с помощью подстроечных резисторов R16 и R17 можно организовать "мёртвую зону" нужной ширины, в которой сервопривод на изменение частоты реагировать не будет.

Настройку ВЧ-части приёмника начните с проверки отсутствия замыканий в цепях питания. После этого напряжение питания можно подать. Проверьте наличие напряжения гетеродина — синусоиды на базе транзистора VT3 с частотой третьей гармоники использованного кварцевого резонатора (или с частотами других гармоник, если решено использовать их). Подстроечником катушки L2 добейтесь максимума этого сигнала. При этом стабильность частоты гетеродина будет наилучшей.

На антенный вход приёмника подайте от генератора сигналов напряжение с частотой, приблизительно равной частоте гетеродина, отклонившись от неё не более чем на ±15 кГц. Подстроечными конденсаторами добейтесь максимальной амплитуды сигнала с частотой биений на резисторе R9.

Настройте входной сигнал точно на частоту одного из каналов управления (например, на частоту гетеродина плюс 11,6 кГц) и проверьте наличие сигнала с частотой биений на каждом из четырёх выходов разветвителя. Максимальный размах неискажённого сигнала на любом выходе должен быть не менее 0,4 В. Коэффициент передачи усилителя на ОУ DA1 можно изменить подборкой сопротивления резисторов R11 и R13.

Подключив к одному из выходов сервопривод, убедитесь в полной работоспособности приёмника.

Освещение помещений последовательно соединёнными светодиодными лампами

А. КАРПАЧЕВ, г. Железногорск Курской обл.

Сегодня существует тенденция замены ламп накаливания более экономичными и долговечными светодиодными лампами. В обычных люстрах и светильниках это сделать несложно. Но заменить светодиодными софитные лампы накаливания в открытых точечных светильниках не так просто. Светодиодные лампы с необходимыми параметрами, размерами и внешним видом на прилавках магазинов можно найти далеко не всегда. Если же предполагается регулировать яркость освещения, то найти подходящие для этого светодиодные лампы ещё сложнее, да и стоят они значительно дороже, чем не допускающие регулирования.

Хочу предложить вариант освещения помещений с последовательным соединением нескольких светодиодных ламп. Предварительно нужно удалить из этих ламп их собственные драйверы. Затем, соединив все лампы последовательно, запитать их от общего источника стабилизированного тока.

Конечно, чтобы заменить параллельное соединение ламп последовательным, потребуется переделка проводки. Но в результате появятся новые возможности, недоступные при параллельном соединении. Во-первых, можно будет одновременно регулировать их яркость. Во-вторых, реализовать "дежурное" освещение, при котором через лампы течёт очень маленький ток — такой, чтобы яркость освещения была достаточной для перемещения по комнате или квартире, но не мешала отдыхать. В-третьих, в режиме максимальной яркости можно установить ток через лампы меньше того, который протекал через них при питании от собственных драйверов. Это увеличит срок службы светодиодов в лампах и компенсирует расходы на переделку проводки.

Конечно, минусом этого предложения можно считать то, что при выходе из строя хоть одной лампы или самого блока питания погаснут все лампы. Но после предлагаемого уменьшения тока на 10...20 % (что лишь незначительно снижает яркость свечения) они перестанут не только терять яркость в результате деградации светодиодов, но и выходить из строя до истечения обещанного изготовителем срока службы. Подключать блок питания решено через разъём, чтобы можно было оперативно отремонтировать его или заменить запасным.

В результате экспериментов было установлено, что плавная регулировка яркости от нуля до максимума совершенно не нужна. Вполне достаточно двух режимов: максимальной яркости для чтения и других занятий и неяркой подсветки для просмотра телепередач или подготовки ко сну. Все другие градации яркости освещения, скорее всего, не будут использованы. Поэтому было решено отказаться от плавной регулировки яркости, а режимы освещения переключать обычным двухклавишным выключателем.

По предлагаемому способу я выполнил освещение двух комнат. В них использованы разные блоки питания, поскольку применены неодинаковые по конструкции и параметрам светодиодные лампы.

Для первой комнаты были приобретены шесть светодиодных ламп с рабочим напряжением 12 В и мощностью 3,5 Вт. Их разборка показала наличие драйвера. Чтобы определиться с параметрами блока питания, были измерены выходные напряжение и ток драйверов нескольких ламп. Они оказались равными приблизительно 6,6 В и 440 мА. Понятно, что блок питания последовательно соединённых светодиодных узлов шести таких ламп должен обеспечить стабилизированный ток 380...400 мА при напряжении 36...40 В.

Для второй комнаты я приобрёл десять светодиодных светильников, предназначенных для установки в гипсокартонные потолки. У каждого из них имелся свой выносной блок питания с напряжением 12 В и током 160 мА. В этом случае общий блок питания должен был обеспечить стабилизированный ток 130...150 мА при напряжении 120...125 В.

Схема блока питания для светодиодных ламп в первой комнате представлена на **рис. 1**. В нём применён электронный трансформатор для 12-вольтных галогенных ламп. Ограничитель тока собран по простой и широко известной схеме на линейном интегральном стабилизаторе напряжения LM317T. Преимущество такого ограничителя — простота, отсутствие помех и небольшое число используемых деталей. Но есть и недостаток. При входном напряжении более 37 В он боится короткого замыкания нагрузки, потому что всё выходное напряжение выпрямителя при этом оказывается приложенным между входом и выходом микросхемы-стабилизатора и выводит её из строя.

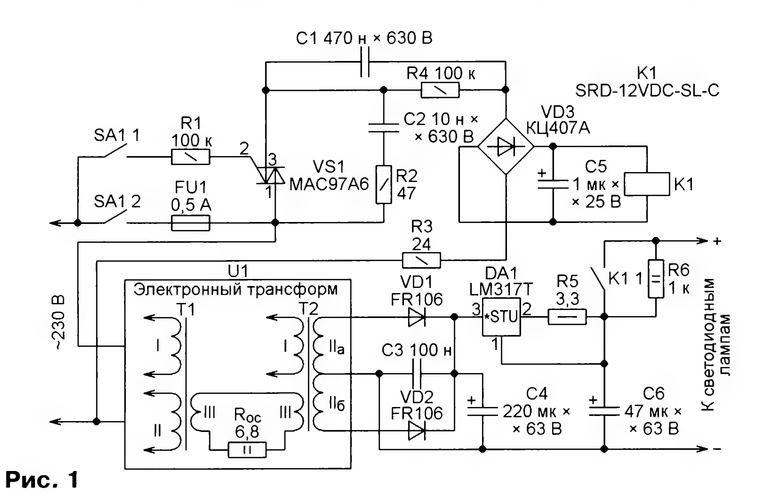


Рис. 1

Сетевое напряжение поступает на электронный трансформатор U1 при замыкании выключателя SA1.2. Если выключатель SA1.1 при этом разомкнут, симистор VS1 остаётся закрытым, обмотка реле K1 обесточенной, а его контакты K1.1 разомкнутыми. Ток светодиодных ламп ограничен резистором R6 на уровне, значительно меньшем порога ограничения узла на микросхеме DA1. Это режим пониженной яркости.

При замыкании выключателя SA1.1 (если SA1.2 уже замкнут) симистор VS1 открывается, реле K1 срабатывает, шунтируя контактами K1.1 резистор R6. Через светодиодные лампы теперь течёт ток, ограниченный микросхемой DA1. Это режим максимальной яркости. Симистор применён для того, чтобы не возникала ситуация, когда после размыкания выключателя SA1.2 свет гаснет, но обмотка реле K1 остаётся под током, если выключатель SA1.1 забыли разомкнуть.

Цепь C2R2 защищает симистор от ложных открываний под действием импульсных помех, возникающих в сети при включении и выключении различных электроприборов. Номиналы её элементов придётся, возможно, подбирать экспериментально. Сопротивление резистора R2 может лежать в пределах от 47 до 470 Ом, а ёмкость конденсатора C2 — от 0,01 до 1 мкФ.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Конечно, можно обойтись и вообще без симистора, но для этого придётся изменить подключение проводов к выключателю SA1. Такой вариант схемы блока питания представлен на **рис. 2**. На первый взгляд, кажется, что вариант с симистором вообще не нужен, но это не совсем так. Если при установке блока питания, собранного по схеме рис. 2, перепутать провода, идущие от выключателя SA1 к сети и к плавкой вставке FU2, работа устройства покажется нормальной. Однако при замкнутом выключателе SA1.1 и разомкнутом SA1.2 обмотка реле K1 останется под током. И выяснится это лишь по излишнему потреблению электроэнергии или по нагреву корпуса реле при выключенном освещении.

Чтобы создать цепь обратной связи по напряжению, возьмите отрезок обычного монтажного провода и одним его концом намотайте два витка на магнитопроводе трансформатора T1, а другим концом — два витка на магнитопроводе трансформатора T2. Свободные концы провода соедините одно-, двухваттным резистором $R_{ос}$ сопротивлением 6,8 Ом. Затем включите электронный трансформатор в сеть и измерьте напряжение на его выходе без нагрузки. Если напряжение отсутствует, измените направление намотки дополнительных витков на одном из двух трансформаторов.

Параллельно выходу не показанного на схемах рис. 1 и рис. 2 высоковольтного выпрямительного моста электронного трансформатора желательно подключить в нужной полярности оксидный конденсатор ёмкостью 10...20 мкФ на 400 В.

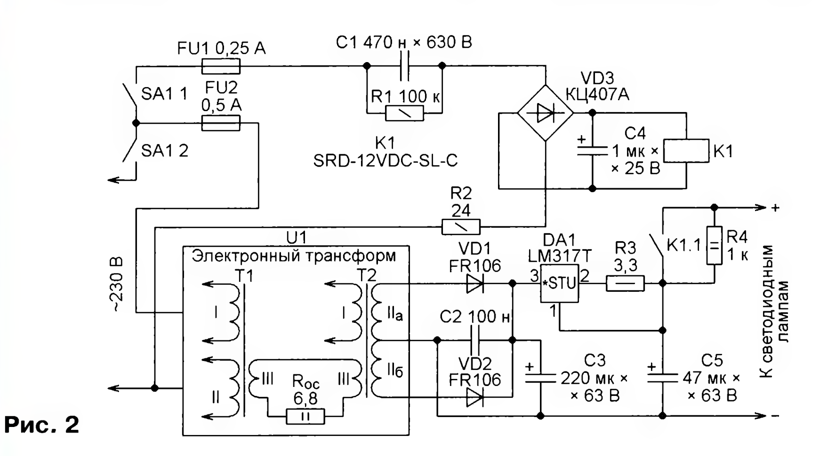


Рис. 2

Электронный трансформатор для 12-вольтных галогенных ламп было решено применить для питания светодиодов, поскольку у меня не оказалось обычного трансформатора достаточной мощности и небольших габаритов. Суммарная мощность, потребляемая светодиодными лампами, в рассматриваемом случае невелика, около 20 Вт, поэтому подойдёт даже 40-ваттный электронный трансформатор. Но переделывать его из-за маленьких габаритов будет не очень удобно. Лучше взять электронный трансформатор мощностью 80 Вт, оснащённый трансформаторами большего размера, наматывать на которые дополнительные витки будет легче. В таком электронном трансформаторе установлены довольно мощные транзисторы MJE13005, MJE13007 или даже MJE13009, которым дополнительный теплоотвод не потребуется.

Прежде всего, в электронном трансформаторе следует заменить цепь обратной связи по току цепью обратной связи по напряжению, чтобы он мог работать и при небольшой нагрузке, когда светодиодные лампы светят с пониженной яркостью. Цепь обратной связи по току представляет собой просто провод, пропущенный в окно магнитопровода трансформатора T1, выполненного на ферритовом кольце диаметром около 5 мм. Отпаяйте один конец этого провода от печатной платы, вытащите его из окна магнитопровода и снова припаяйте на прежнее место.

Очень подробно подобная переделка электронного трансформатора описана в статье [1]. После неё он не только становится способным работать при очень малой нагрузке, но и перестаёт бояться короткого замыкания выхода — это несомненное достоинство.

Вторая необходимая переделка электронного трансформатора — удалить с его трансформатора T2 имеющуюся вторичную обмотку, дающую выходное напряжение 12 В. После этого намотать новую обмотку с отводом от середины (на рис. 1 и рис. 2 — обмотки $II_а$ и $II_б$) на то напряжение, которое требуется в изготавливаемом устройстве. В рассматриваемом случае на выходе двухполупериодного выпрямителя на диодах VD1 и VD2 нужно получить напряжение около 40 В. Это значит, что в каждой из обмоток $II_а$ и $II_б$ должно быть в 40/12=3,33 раза больше витков, чем в удалённой вторичной обмотке.

Новые вторичные обмотки удобно наматывать одновременно сложенным вдвое и слегка свитым изолированным монтажным проводом. При этом дополнительная изоляция между первичной и вторичными обмотками не потребуется. Сечение провода вторичных обмоток "по меди" должно быть не менее 0,12...0,2 мм². Конец обмотки $II_а$ соедините с началом обмотки $II_б$ — это будет средняя точка. Если же в свободном пространстве окна магнитопровода две вторичные обмотки не умещаются, намотайте одну с тем числом витков, что нужны в одной из двух, а выпрямитель соберите по мостовой схеме. Это увеличит число диодов в нём до четырёх и немного увеличит падение напряжения на диодах.

Применять в блоке питания электронный трансформатор вовсе не обязательно. При наличии стального магнитопровода подходящих размеров можно намотать обычный понижающий трансформатор и питать выпрямитель на диодах VD1 и VD2 от него.

Диоды FR106 можно заменить другими высокочастотными выпрямительными диодами с допустимым обратным напряжением не менее 100 В и максимальным выпрямленным током не менее 1 А. Например, диодами FR107, FR157, FR207, FR307 или диодами Шотки SR106, SR110, SR306, SR310, SR506, SR510. Подойдут и отечественные диоды КД213 с любым буквенным индексом.

Оксидные конденсаторы — K50-35 или подобные. Поскольку конденсатор C4 (C3 на рис. 2) работает на частоте 50...100 кГц, он должен иметь низкое эквивалентное последовательное сопротивление. Если прибора для измерения этого параметра нет, через 20...30 мин работы блока питания под полной нагрузкой проверьте температуру этого конденсатора. Если он заметно нагрелся, его лучше заменить другим.

Интегральный стабилизатор напряжения LM317T, который можно заменить отечественным КР142ЕН12А, установите на теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 50...100 см². Замена симистора MAC97A6 — MAZ00607, однако резистор R1 придётся подобрать, чтобы обеспечить надёжное открывание симистора.

Главное требование к реле K1 — его контакты должны выдерживать напряжение и ток цепочки светодиодных ламп. Исходя из рабочего тока обмотки реле, выбирают ёмкость конденсатора C1 (приблизительно 1 мкФ на каждые 60 мА тока). Это должен быть конденсатор K73-17 на указанное на схеме постоянное напряжение или аналогичный импортный.

В случае применения вместо указанного на схеме реле SRD-12VDC-SL-C реле SRD-24VDC-SL-C, обмотка которого рассчитана на вдвое большее напряжение и, соответственно, вдвое меньший ток, ёмкость конденсатора C1 должна быть уменьшена приблизительно во столько же раз по сравнению с его ёмкостью, указанной на схеме. Аналогично следует поступить, применяя другие реле.

Вместо выпрямительного моста КЦ407А подойдёт любой из КЦ402Б—КЦ402Г, КЦ402Ж, КЦ402И, КЦ405А—КЦ405Г, КЦ405Ж, КЦ405И. Можно собрать мост и из четырёх отдельных диодов с допустимым выпрямленным током не менее 100 мА и обратным напряжением не менее 300 В.

Собрав блок питания, подключите к его выходу вместо светодиодных ламп резистор сопротивлением 65...80 Ом и мощностью 10...20 Вт через миллиамперметр. Включив устройство в сеть, замкните выключатели SA1.1 и SA1.2. Измерьте ток, текущий через нагрузочный резистор. Его значение зависит от сопротивления резистора R5 (R3 на рис. 2). Возможно, сопротивление этого резистора придётся подобрать и даже составить его из нескольких резисторов. Как уже было сказано, для увеличения срока службы светодиодов ток должен быть на 10...15 % меньше, чем при их питании от имевшихся в лампах драйверов. Я установил ток 380 мА.

Минимальную яркость освещения (при разомкнутом выключателе SA1.1) установите подборкой сопротивления резистора R6 (R4 на рис. 2).

После 20...30 мин работы блока в режиме максимальной яркости желательно проверить температуру теплоотвода стабилизатора DA1. Если он сильно разогрет, значит, напряжение между входом и выходом стабилизатора слишком велико. Чтобы интегральный стабилизатор не перегревался, разность напряжений на его входе и выходе при максимальном напряжении в сети (~252 В) не должна превышать 5...6 В, иначе потребуется применить более эффективный теплоотвод. Напряжение на входе стабилизатора при необходимости можно изменить, отмотав или домотав равное число витков обмоток $II_а$ и $II_б$ трансформатора Т2.

При налаживании ограничителя тока и его окончательном монтаже не забывайте, что при напряжении не входе микросхемы более 37 В короткие замыкания её выхода недопустимы.

Схема блока питания для второй комнаты представлена на **рис. 3**. Поскольку здесь цепочке светодиодных ламп требуется сравнительно высокое напряжение, электронный трансформатор неприменим. Для гашения излишка сетевого напряжения пришлось использовать конденсаторы. Это значительно упростило блок. Яркость освещения было решено изменять, коммутируя гасящие конденсаторы С1—С3.

Для предотвращения выхода из строя светодиодных ламп при пробое гасящих конденсаторов в блоке применена защита, описанная в статье [2]. В рассматриваемом случае узел защиты состоит из неуправляемых симисторов VS1—VS4, тринистора VS5, диода VD5 и резистора R4. Чтобы не повторяться, его описание здесь не приводится.

Когда замкнуты выключатели SA1.1 и SA1.2, все три гасящих конденсатора соединены параллельно и лампы светят с максимальной яркостью. При замкнутом выключателе SA1.1 и разомкнутом SA1.2 яркость несколько меньше, поскольку в цепь питания ламп включены только конденсаторы С1 и С3. Ещё меньше яркость станет, если разомкнуть выключатель SA1.1 и замкнуть выключатель SA1.2, оставив подключённым только конденсатор С2.

Однако вышесказанное не учитывает влияния на протекающий через светодиодные лампы ток узла на ОУ DA1.1 и составном транзисторе VT1VT2. Пока этот ток невелик, падение напряжения на резисторе R10 меньше напряжения, установленного на неинвертирующем входе ОУ подстроечным резистором R8. В этой ситуации напряжение на выходе ОУ близко к напряжению его питания, стабилизированного стабилитроном VD6. Поэтому составной транзистор VD1VD2 полностью открыт и на ток в цепи светодиодных ламп влияния не оказывает.

С увеличением тока (например, в результате повышения напряжения в сети или переключения гасящих конденсаторов) падение напряжения на резисторе R10 растёт. Когда оно приближается к напряжению на неинвертирующем входе ОУ, напряжение на выходе ОУ падает, в результате чего составной транзистор VT1VT2 частично закрывается, не давая току через лампы и резистор R10 превысить порог ограничения.

Рекомендуется установить подстроечным резистором R8 такой порог, при котором ток через светодиодные лампы немного меньше того, что протекал бы при замкнутых выключателях SA1.1 и SA1.2 в отсутствие ограничения и на 10...20 % меньше тока, допустимого для установленных в лампах светодиодов. В других положениях выключателей ток через лампы и яркость их свечения будут меньше, а рассеиваемая на составном транзисторе VT1VT2 мощность — незначительной.

Применённый ограничитель тока, в отличие от собранного на микросхеме LM317T, не боится коротких замыканий нагрузки. Естественно, он может быть применён и в предыдущих вариантах блока питания.

Трудоёмкость изготовления этого варианта блока питания намного меньше, чем описанных выше блоков, поскольку в нём отсутствует релейный узел управления яркостью и требующий переделки электронный трансформатор. Ёмкость конденсаторов С1—С3 лучше подобрать экспериментально. Я остановился на суммарной ёмкости 4 мкФ и применил импортные плёночные конденсаторы на постоянное напряжение 630 В.

Диоды 1N4007 можно выпаять из неисправного балласта энергосберегающей лампы. Стабилитрон Д814Г допустимо заменить отечественными Д814Б, Д814В либо импортными 1N4739A—1N4742A. Подстроечный резистор R8 желательно применить многооборотный, например СП5-1А. Транзистор MJE13003 необходимо установить на теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 50...100 см^2. Он может быть заменён на MJE13005, MJE13007 или MJE13009. Все эти транзисторы можно найти в балластах энергосберегающих ламп. В качестве их замены подойдут отечественные высоковольтные транзисторы КТ812А, КТ812В, КТ826Б, КТ828А, КТ828Б, КТ838А, КТ840Б, КТ846В, КТ859А и им подобные.

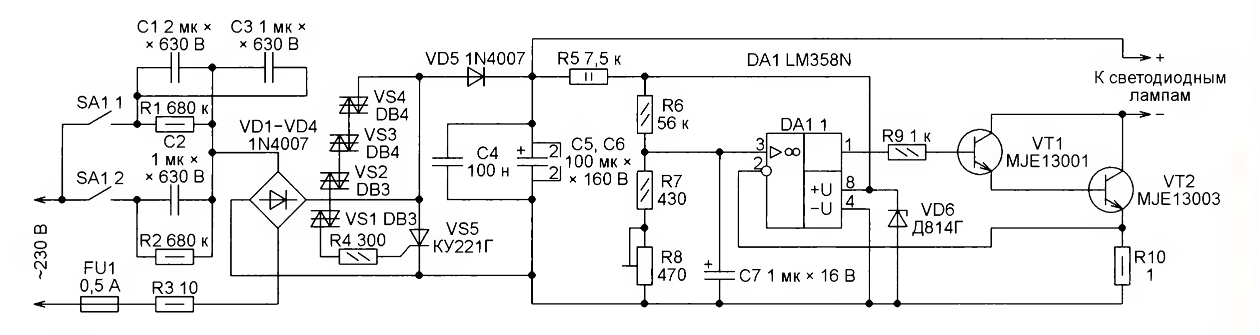


Рис. 3

Поскольку все детали блока питания с гасящими конденсаторами гальванически связаны с сетью, все замены и усовершенствования в нём следует делать только после полного отключения от сети. Кроме того, при всех работах необходимо соблюдать меры электробезопасности.

Налаживание блока начните, подключив к его выходу вместо ламп резистор сопротивлением 800...850 Ом мощностью 10...20 Вт и включённый с ним последовательно микроамперметр. Установите движок подстроечного резистора R8 в положение максимального сопротивления и замкните выключатели SA1.1 и SA1.2. Перемещая движок подстроечного резистора R8, установите порог ограничения тока нагрузки. Для увеличения срока службы ламп я ограничился током 130 мА.

Минимальную яркость освещения установите подборкой ёмкости конденсатора С2. Естественно, нужно помнить, что при этом общая ёмкость кон-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

денсаторов C1—C3 должна оставаться примерно равной расчётному значению. Иными словами, после уменьшения ёмкости конденсатора C2 суммарную ёмкость конденсаторов C1 и C3 нужно увеличить приблизительно на столько же.

Чтобы считать налаживание законченным, проверьте нагрев теплоотвода транзистора VT2 за 20...30 мин работы блока в режиме максимальной яркости. Если он излишне разогрелся, значит, суммарная ёмкость гасящих конденсаторов великовата и её необходимо уменьшить. Можно, не изменяя ёмкость, увеличить размер теплоотвода транзистора VT2. Но в этом случае существует опасность превысить допустимую для него мощность, рассеиваемую с теплоотводом.

Если ограничитель тока на ОУ и транзисторах будет применён в предыдущем варианте блока питания, необходимо уменьшить сопротивление гасящего резистора R5 до 2,5...3 кОм. Транзисторы VT1 и VT2 могут быть рассчитаны на меньшее напряжение. Но чтобы ограничитель не боялся замыканий выхода, допустимое напряжение коллектор—эмиттер транзисторов VT1 и VT2 должно быть больше, чем напряжение на выходе выпрямителя.

Исходя из того что блок питания с гасящим конденсатором представляет собой практически источник тока, его можно использовать для питания светодиодных ламп и без ограничителя тока. Схема такого блока показана на **рис. 4**. По своим параметрам он соответствует предыдущему блоку (см. рис. 3), но гораздо проще его. Но есть недостаток — в режиме максимальной яркости при изменении напряжения в сети ток через светодиоды также меняется. Если при уменьшении напряжения ничего страшного со светодиодами не произойдёт, то при его увеличении ток может превысить допустимое для них значение.

Тем не менее такое питание светодиодов возможно, если выбирать ёмкость гасящего конденсатора исходя из повышенного напряжения в сети. В этом случае при номинальном напряжении в сети ток и яркость свечения светодиодов будут ниже, но зато при повышении напряжения ток не превысит допустимого значения.

Впрочем, питание светодиодов током, меньшим максимального, есть главное условие их продолжительной безотказной работы. А небольшое снижение яркости можно компенсировать большим числом ламп.

При первом включении в сеть питать блок с гасящими конденсаторами нужно через лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), на котором предварительно установить минимальное напряжение. К блоку следует подключить через миллиамперметр именно те светодиодные лампы, с которыми он будет работать в дальнейшем. Использовать вместо ламп нагрузочный резистор здесь нежелательно. Зависимость текущего через него тока от приложенного напряжения очень сильно отличается от такой же зависимости у светодиодных ламп. Поэтому полученные результаты окажутся неверными.

Чтобы не повредить светодиодные лампы, повышайте подаваемое на блок питания напряжение постепенно, начиная с минимального, и следите по миллиамперметру за текущим через лампы током. Когда ток достигнет значения, принятого за максимально допустимое, прекратите увеличивать напряжение и измерьте его на выходе ЛАТР. Если оно меньше 253 В (максимального, согласно стандарту, напряжения в сети), ёмкость гасящего конденсатора или конденсаторов, если их включено несколько, можно увеличить, если больше — её следует уменьшить.

Рис. 4

Например, в моём случае в блоке, собранном по схеме рис. 4, очень удачно подошёл конденсатор К78-22 5в ёмкостью 3,6 мкФ с номинальным напряжением 450 В из люминесцентного светильника. При напряжении в сети 230 В ток светодиодов был равен 130 мА — тому же значению, на которое был настроен ограничитель тока в предыдущем варианте. При повышении напряжения до 253 В ток возрос всего до 160 мА.

Подробнее о типах конденсаторов, наиболее подходящих для работы в качестве гасящих, можно прочитать в источниках [2] и [3].

Разделять один конденсатор ёмкостью 3,6 мкФ на два конденсатора ёмкостью 1 мкФ и 2,6 мкФ я не стал, справедливо рассудив, что для того, чтобы получить ёмкость 2,6 мкФ, потребуется опять соединять несколько конденсаторов. Поэтому было решено применить последовательное соединение гасящих конденсаторов, которое изображено на схеме, а не параллельное, как в предыдущем случае. Уровень пониженной яркости остался вполне достаточным, хотя лампы в этом случае питаются через два соединённых последовательно конденсатора, общая ёмкость которых 0,78 мкФ, а не 1 мкФ, как в предыдущем случае.

Понятно, что при питании светодиодных ламп от блока питания без ограничителя тока при колебаниях напряжения в электросети изменится яркость их свечения. Но, во-первых, при небольших колебаниях напряжения изменение яркости субъективно незаметно. Во-вторых, то же самое происходит и с лампами накаливания, и с люминесцентными лампами, а мы этого и не замечаем. В-третьих, большие колебания напряжения в электросети, которые могут вызвать заметное изменение яркости ламп, довольно редкое явление. Во всяком случае, за шесть месяцев эксплуатации блока питания никаких колебаний яркости не наблюдалось. Естественно, речь идёт о городской квартире. В сельской местности или в гараже перепады напряжения происходят постоянно по причине включения и выключения сварочных аппаратов, обогревателей, станков и других мощных потребителей.

Хочу отметить, что если в выключателе имеется подсветка клавиш, то изображённый на рис. 4 вариант блока питания обеспечит ещё один режим освещения — "дежурный". Оказывается, светодиодным лампам достаточно тока в несколько миллиампер, чтобы они светились. В моём случае ток поступал через два индикаторных светодиода, установленных в выключателе. Хотя он был всего 3,6 мА, этого оказалось достаточно, чтобы все десять ламп заметно светились. Их свечение заметно даже днём, а ночью позволяет спокойно ходить по комнате, не натыкаясь на мебель, и выполнять различные простые действия, например, найти пульт от телевизора или сотовый телефон.

Но особенно полезно такое освещение в коридоре, кухне, туалетной и ванной комнатах. Ночью не приходится включать яркое освещение, которое после темноты вредно для глаз, а после его выключения человек на несколько секунд "слепнет". Кроме того, включённый ночью яркий свет обязательно разбудит и других членов семьи.

Впрочем, если кому-то эта подсветка будет мешать, можно подключить параллельно блоку питания конденсатор, подобрав его ёмкость в пределах 0,1...0,47 мкФ. И, наоборот, если в выключателе нет светодиодов, а требуется дежурное освещение, подключите параллельно контактам выключателя конденсатор или резистор мощностью 1...2 Вт, подобрав их экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Дымов А.** Подставка-регулятор для паяльника. — Радио, 2017, № 1, с. 29—31; № 2, с. 28—30.

2. **Карпачев А.** Высоковольтный сетевой блок питания с гасящим конденсатором и защитой. — Радио, 2018, № 6, с. 33—35.

3. **Бирюков С.** Расчёт сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48—50.

ИК-датчик движения управляет фотоаппаратом или видеорегистратором

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

Если вы заподозрили, что кто-то подобрал ключи к вашей квартире и у вас иногда стали пропадать вещи или просто хотите проверить, не "лунатик" ли вы, то один из способов выяснить это — сделать фотоснимки с помощью фотоаппарата или автомобильного видеорегистратора, которыми управляет обычный автоматический сетевой выключатель освещения на основе ИК-датчика движения. Как это сделать, поясняет **рис. 1**. Здесь применён один из распространённых выключателей освещения A1 на основе ИК-датчика движения. Он питается от сети 230 В и включает освещение, когда в зоне его действия появляется движущийся человек, и отключает его сразу или через некоторое время после того, как движение закончилось.

Когда выключатель сработает, сетевое напряжение поступит на блок питания A2, на его выходе появится напряжение 5 В и начнётся зарядка конденсатора C1, в момент которой реле K1 сработает и своими контактами K1.1 замкнёт контакты кнопки "Пуск" (или аналогичной) на фотоаппарате или видеорегистраторе.

"Нажатие" на кнопку съёмки будет как при включении датчика движения, так и при его выключении, т. е. дважды. Это происходит в результате того, что сначала контакты реле K1.1 замыкаются при подаче напряжения на блок питания и последующей зарядке конденсатора C1, а после выключения блока питания — при разрядке конденсатора C1 через лампу накаливания EL1.

Если применить автомобильный видеорегистратор, его нужно предварительно запрограммировать, переведя в режим фотоаппарата. И неплохо бы заменить установленный в нём аккумулятор на аккумулятор от сотового телефона и вывести наружу провода питания +5 В, подключив их к выходу отдельного стабилизированного блока питания (на рис. 1 не показан), который включён в сеть постоянно. В качестве такого блока подойдёт, например, зарядное устройство от сотового телефона.

К этому устройству был также подключён плёночный фотоаппарат с автоматической перемоткой плёнки, при этом схему подключения пришлось изменить в соответствии с **рис. 2**. Но этот вариант, конечно, нельзя считать оптимальным из-за расхода фотоплёнки и необходимости её обработки.

Если потребуется применить цифровой фотоаппарат с напряжением питания 3 В, его следует запитать от сетевого блока питания, включённого постоянно, изготовив для этого простой стабилизатор напряжения, схема которого показана на **рис. 3**, и, конечно, надо подключить к кнопке "Пуск" провода, которые выводят из корпуса и подключают к контактам реле. Если планируется проводить съёмку в тёмное время суток, к выходу датчика движения можно подключить осветительный прибор, установив для этой цели дополнительный выключатель.

В стабилизаторе можно применить резистор МЛТ, С2-23, конденсатор — оксидный К50-35 или импортный ёмкостью 470...1000 мкФ, стабилитрон — любой маломощный с номинальным напряжением 3,3...3,6 В. Транзистор должен обеспечивать ток, потребляемый фотоаппаратом. Применена осветительная лампа с номинальным напряжением 12 В мощностью 3,6 Вт, поэтому она светит слабо и используется как индикатор включения устройства. Реле — малогабаритное герконовое в DIP-корпусе с номинальным напряжением 5 В. Обратите внимание, что в некоторых реле серии TRR и аналогичных обмотка может быть зашунтирована диодом. Но можно применить любое малогабаритное маломощное реле на напряжение 5 В, подойдёт, например, реле EDR201B0500. Все элементы приклеены к пластмассовой или текстолитовой плате и соединены отрезками монтажного провода (**рис. 4**).

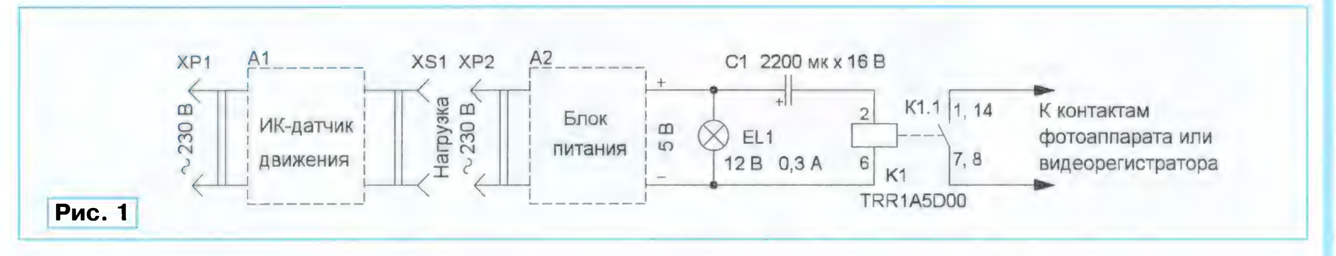


Рис. 1

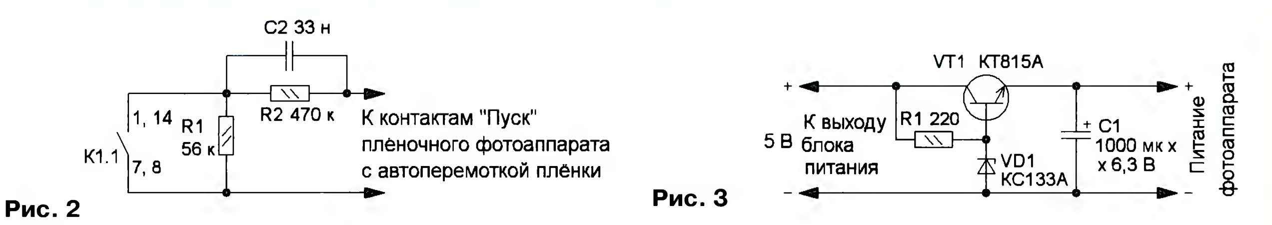


Рис. 2

Рис. 3

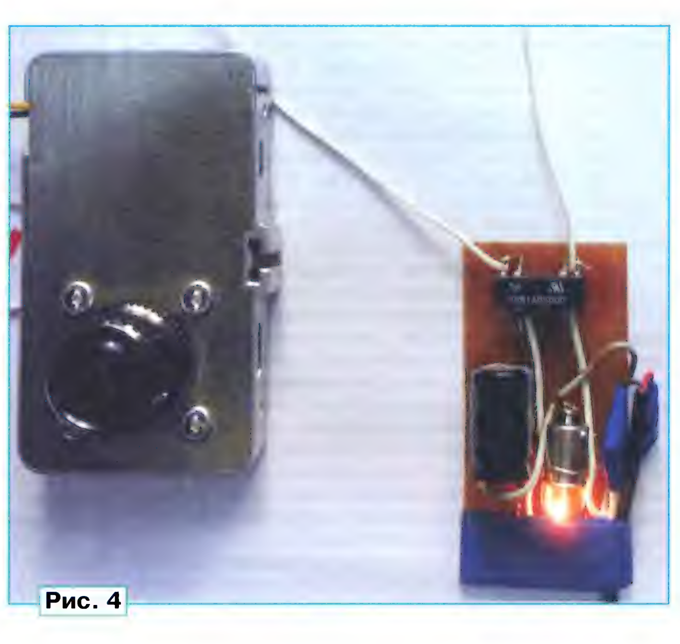


Рис. 4

РАДИО
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2018

Домашний электроакустический орган

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

Предлагаемый инструмент состоит из 14 акустических резонаторов — частотозадающих и звукоизлучающих элементов для основных нот первой и второй октав. Отличие его от традиционных органов состоит в том, что звуковые колебания в резонаторах возбуждаются не под действием потока воздуха, а за счёт акустической обратной связи, которой охвачены резонаторы благодаря помещённым в них динамическим головкам и электретным микрофонам, подключённым к УЗЧ. Набор резонаторов неразборной конструкции установлен на подвесной полке.

Конструирование такого инструмента, как орган, подразумевает наличие коллектива, в который вместе с людьми, сведущими в радиотехнике и столярном деле, должны входить и те, кто может играть на нём или научить этому. Их советы помогут правильно настроить инструмент и оценить качество звука. Литературы по конструированию органов я не нашёл. Всё пришлось постигать экспериментально. Много полезных сведений о звуке, устройстве и расчёте акустических резонаторов можно найти в [1].

Набор резонаторов неразборной конструкции установлен на подвесной полке (**рис. 1**). Электронный блок органа — в кабельном коробе сечением 60×100 мм и длиной 800 мм. Клавиатура изготовлена по описанию, приведённому в [2], только клавиш больше и уменьшены размеры. Орган питается стабилизированным постоянным напряжением 12 В, потребляя ток 2 А.

Сборочный чертёж набора резонаторов показан на **рис. 2**. Начинать его постройку следует с изготовления двух резонаторов, настроенных на самую низкую и на самую высокую ноты предполагаемого музыкального диапазона инструмента. Для их труб можно применить различные материалы. Например, трубы из фанеры дают звучание, близкое по тембру к гитаре, сделанные из бумажной оправки от рулона линолеума тоже звучат интересно, а вот пластмассовые водопроводные трубы для изготовления труб резонаторов не годятся.



Рис. 1

Я изготовил трубы из цельной древесины, как делают в Италии, склеив два деревянных уголка с толщиной полки 5 мм. Внутреннее сечение труб для нот первой октавы (3 на рис. 2) — 30×25 мм, а для нот второй октавы (9) — 25×20 мм. В их нижней части приклеены переходные пластины 5 и 8 для динамических головок 4. Отверстия в пластинах должны совпадать по форме и размерам с внутренним сечением труб.

Чтобы длина резонаторов была минимальной (иначе инструмент не поместится в комнате обычной городской квартиры), их нужно возбуждать на основной гармонике. В этом случае открытая с двух сторон труба резонирует при длине, равной половине длины распространяющейся в ней звуковой волны. Следующий резонанс на той же частоте наступит при втрое большей длине трубы (полторы длины волны) и далее при каждом нечётном числе укладывающихся в ней полуволн.

В **таблице** приведены частоты нот первой и второй октав и ориентировочная длина полуволновых открытых с двух концов резонаторов для них. Кроме 14 основных нот, реализованных в моём органе, в ней приведены данные и для 10 производных (с диезами) нот. При желании орган можно дополнить и ими, но тогда потребуется в клавиатуру добавить чёрные клавиши, а резонаторы, видимо, разместить на двух полках. Учтите, длина трубы с учётом толщины пластины 5 должна быть несколько больше указанной в таблице, чтобы иметь возможность её укорочением (стачиванием излишка) точно настроить резонатор на нужную частоту. В нижней части резонатора перед переходной пластиной 5 сделайте фронтальное отверстие для выхода звука (**рис. 3**).

Снизу к переходной пластине 5 прикрепите скобками или клеем динамическую головку 4. Её следует выбирать мощностью не более 0,5 Вт и с диффузором диаметром не менее диагонали внутреннего сечения трубы. Важно, чтобы микрофоны и динамические головки имели равномерные АЧХ в интервалах основных частот инструмента и их вторых гармоник.

Советую приобрести сначала по одному экземпляру головки и микрофона. Лишь убедившись в их пригодности и высоком качестве генерируемого звука, приобретайте полный комплект этих изделий для всего органа. Я применил для первой октавы динамические головки от системных блоков компьютеров, а для второй — от телефонных аппаратов и миниатюрных компьютерных акустических систем.

Изготовив резонатор на самую низкую ноту, установите его вертикально динамической головкой вниз на расстоянии не менее 15 см от стен помещения или больших плоскостей мебели. Подключите динамическую головку к усилителю, собранному по схеме, изображённой на **рис. 4**. Его выходной трансформатор Т1 намотан на ферритовом магнитопроводе М2000НМ типоразмера К28×16×9. Обмотка I — 350 витков провода ПЭЛ диаметром 0,3 мм, обмотка II — 50 витков провода того же типа диаметром 0,45 мм. При сопротивлении звуковой катушки динамической головки более 50 Ом выходной трансформатор не требуется.

Октава	Нота	Частота, Гц	Длина резонатора, мм
Первая	До	261,63	650
	До #	277,18	613
	Ре	293,66	579
	Ре #	311,13	546
	Ми	329,63	516
	Фа	349,23	487
	Фа #	369,99	459
	Соль	392,00	434
	Соль #	415,30	409
	Ля	440,00	386
	Ля #	466,16	365
	Си	493,88	344
Вторая	До	523,25	325
	До #	554,36	307
	Ре	587,32	289
	Ре #	622,26	273
	Ми	659,26	258
	Фа	698,46	243
	Фа #	739,98	230
	Соль	784,00	217
	Соль #	830,60	205
	Ля	880,00	193
	Ля #	932,32	182
	Си	987,75	172

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

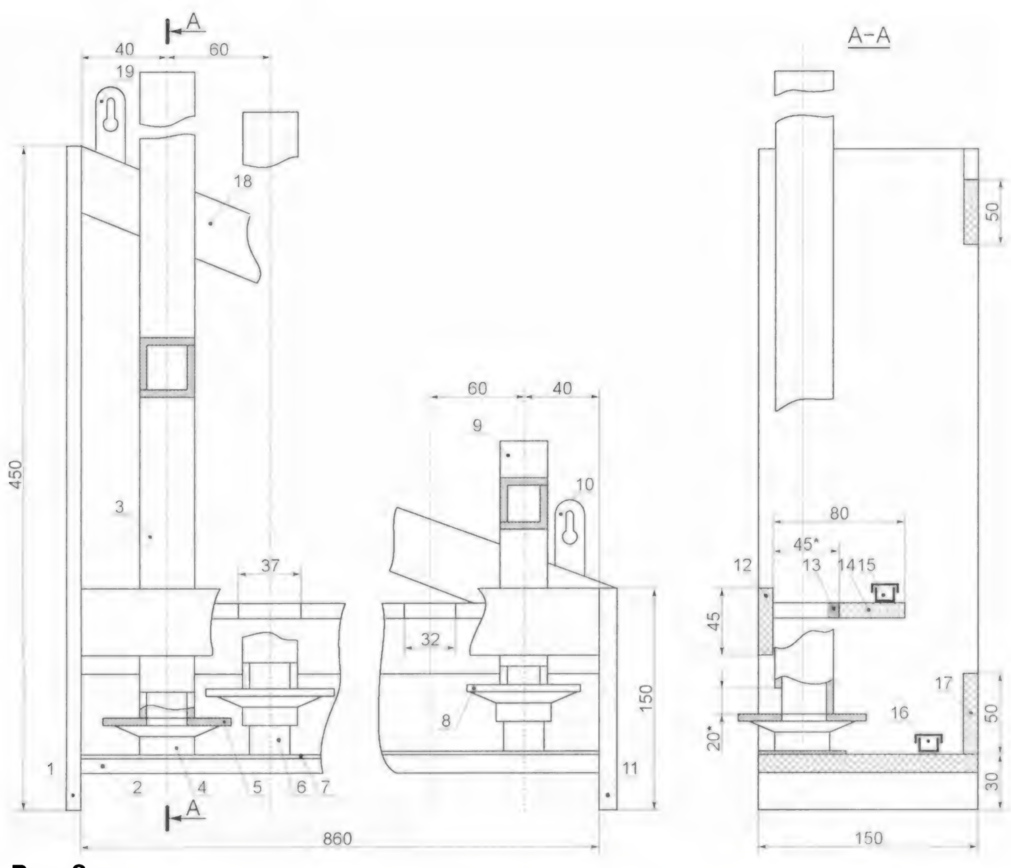


Рис. 2

Следует отметить, что участок устойчивого возбуждения при опускании микрофона может занимать до четверти длины резонатора. Это происходит по причине того, что фронт звуковой волны, создаваемой в резонаторе динамической головкой с конусным диффузором, не идеально плоский. Поэтому узел звуковых колебаний в резонаторе не имеет чётких границ.

Рассмотренный усилитель содержит ФНЧ R2C1, корректирующий фазу сигнала в петле обратной связи и уменьшающий усиление на высших гармониках. Частота среза этого фильтра, вычисленная по формуле

$$F_{ср} = \frac{1}{6{,}28 \cdot R2\ C1},$$

должна быть примерно на треть ниже частоты воспроизводимой ноты. Этого оказалось достаточно для устойчивого возбуждения резонатора на основной частоте.

Аналогичным образом добейтесь устойчивого возбуждения резонатора для самой высокой ноты.


Рис. 3


Рис. 5

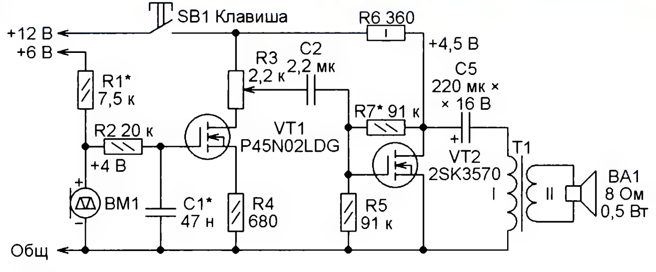


Рис. 4

Сначала установите движок резистора R3 в нижнее по схеме положение, соответствующее максимальному усилению, и включите усилитель. Опуская микрофон в резонатор сверху и постепенно уменьшая усиление резистором R3, добейтесь устойчивого возбуждения на основной (самой низкой) частоте резонанса. Если этого не происходит, поменяйте местами выводы динамической головки и повторите всё заново. Добившись генерации, проверьте устойчивость её возникновения, прерывая напряжение питания усилителя и вновь включая его. Микрофон фиксируйте изгибом идущих к нему проводов, жёсткость которых должна быть достаточной для его удержания (**рис. 5**).

Бывает, что при включении усилителя генерация "перескакивает" с основной гармоники на более высокую. В этом случае необходимо увеличить крутизну среза ФНЧ, что и сделано в усилителе, схема которого изображена на **рис. 6**. Здесь применён ФНЧ второго порядка. Его частоту среза изменяют, одинаково уменьшая или увеличивая ёмкость конденсаторов C1 и C2. Их ёмкость, указанная на схеме, соответствует частоте среза

160 Гц. В этом усилителе нет выходного трансформатора, и он не нужен при использовании головок с сопротивлением звуковой катушки не менее 25 Ом.

Убедившись в высоком качестве звука самой низкой и самой высокой или несколько (в зависимости от условий их изготовления и размещения) печатных плат со всеми усилителями органа. Как уже было сказано, я поместил печатные платы вместе с их выходными трансформаторами в кабельный

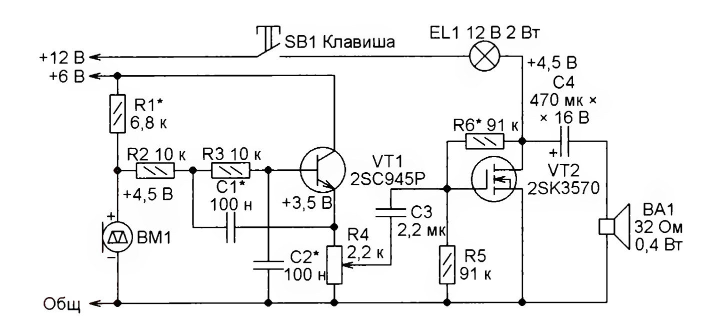


Рис. 6

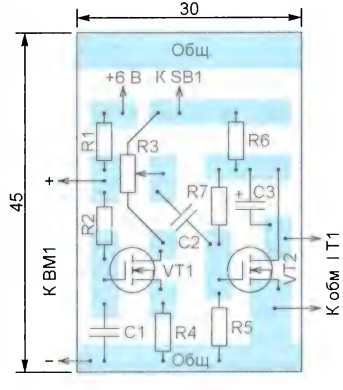


Рис. 7

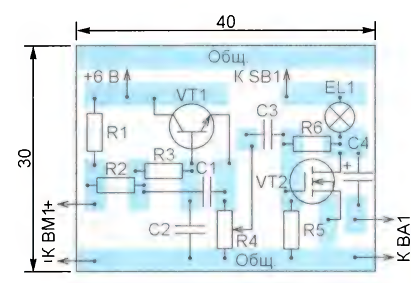
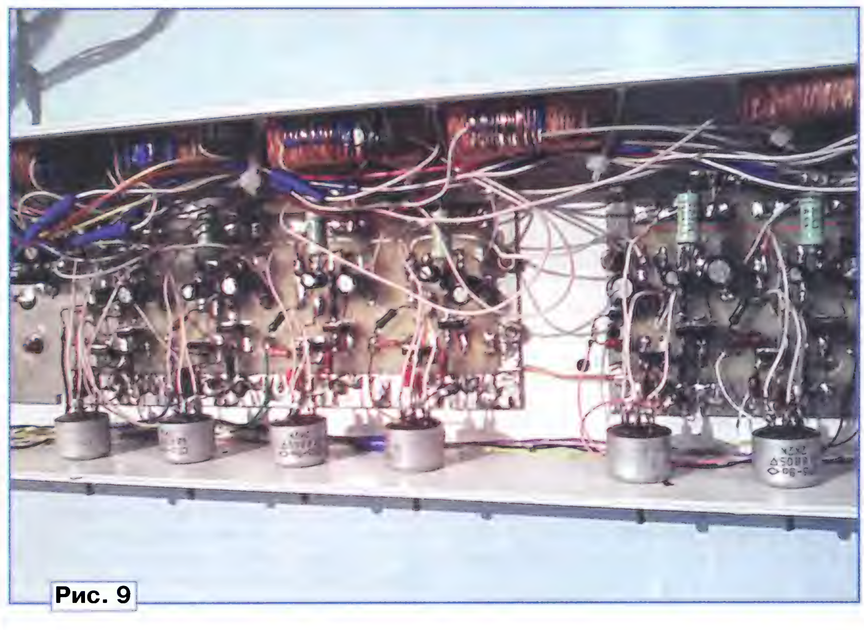


Рис. 8

короб сечением 60×100 мм (**рис. 9**). Резисторы регулировки усиления разместил на боковой стенке короба.

Теперь можно приступать к изготовлению полки для резонаторов. Она состоит из левой боковой пластины 1 (согласно рис. 2), правой боковой пластины 11 и несущей пластины 2. Для защиты резонаторов от взаимного влияния на верхнюю поверхность несущей пластины наклеена полоса линолеума 7 с мягкой основой. Нижняя 17 и верхняя 18 пластины придают конструкции жёсткость.


Рис. 9

нот, можно приступать к изготовлению остальных резонаторов и усилителей для них. Фрагмент печатной платы для усилителя по схеме рис. 4 изображён на **рис. 7**, а по схеме рис. 6 — на **рис. 8**. Из этих фрагментов скомпонуйте одну

Самая важная деталь — распределительная пластина 14. Упругая прокладка 13 сечением 8×8 мм сделана из самоклеящегося утеплителя для окон и дверей. Пластина 12 — фиксирующая. В кабельных коробах 15 и 16 сечением 10×10 мм и длиной 800 мм проложены провода, идущие к динамическим головкам и микрофонам. Мебельные подвесы 10 и 19 закреплены на пластине 18. Все соединения между деталями выполнены с помощью винтов М4 с гайками и шурупов 5×15 мм. Пластины сделаны из древесноволокнистой плиты (МДФ) толщиной 8 мм.

При установке на полку нечётных резонаторов под магниты их динамических головок помещены деревянные подставки 6, которые хорошо видны на рис. 3. Это позволило уменьшить шаг установки резонаторов и общую ширину инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Стретт В. Дж.** (**лорд Рэлей**). Теория звука. — М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955 г.

2. **Анфиногенов И. Е., Кучин С. Н.** Электронный орган. МРБ, вып. 866.— М.: Энергия, 1974 г.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2018

Звуковой модуль для электронных барабанов

Д. ЕГОШКИН, г. Рязань

После доработки пэда, заключающейся в значительном демпфировании его ударной мембраны путём заполнения внутреннего объёма пэда поролоном или другим звукопоглощающим материалом (**рис. 10**), сигнал принял вид, удобный для анализа (**рис. 11**, **рис. 12**). Изображённые на них осциллограммы получены преобразованием в аналоговую форму кодов с выхода АЦП микроконтроллера DD1, работающего только с положительным входным напряжением. Поэтому отрицательные полупериоды сигнала на них отсутствуют.

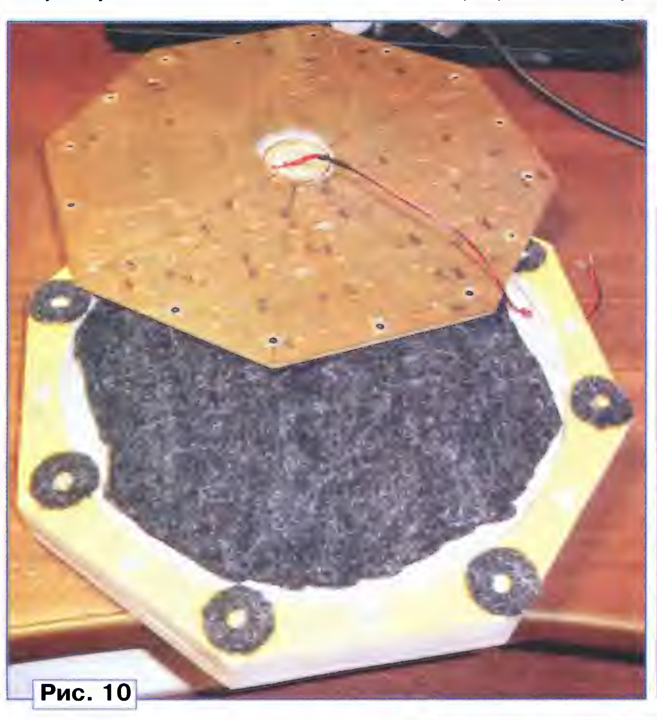


Рис. 10

Рис. 11

Рис. 12

Крутое нарастание и чёткий экстремум делают возможным определение амплитуды первого выброса сигнала за минимальное время, в рассматриваемом случае за 1 мс. На это время и возможность хорошего распознавания сигнала сильно влияет собственная резонансная частота мембраны пэда. Поэтому она должна быть максимально высокой. Кроме того, желательно основательно задемпфировать пэд, это улучшит качество его сигнала и снизит шумность пэда.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2018, № 9

Самый главный недостаток самодельного жёсткого пэда — очень сильно выраженный "центральный эффект", т. е. при ударе в центр пэда получается отличный сигнал. Но стоит сместиться от центра на 2...3 см в сторону, как уровень сигнала резко падает. Играть становится практически невозможно.

Частично устранить проблему можно программным путём, уменьшив динамический диапазон барабанного пэда, но при этом разница громкости самого слабого и самого сильного ударов станет неестественно малой. Возможно применение для съёма сигнала нескольких пьезоэлементов, но в этом случае возможны провалы громкости при попадании в промежутки между ними.

Поэтому конструкция датчика была переработана (**рис. 13**) — пьезоэлемент диаметром 35 мм размещён на нижней стенке пэда на пьедестале из используемого для шумоизоляции автомобилей материала изолон толщиной 4 мм с клеевым слоем. Для связи пьезодатчика с ударной мембраной служит конус, выточенный из жёсткого поролона от шлифовальной губки. Конус контактирует с мембраной с натягом в 2...3 мм, таким образом пьезоэлемент хорошо воспринимает удары по мембране. На обод корпуса пэда наклеен ворсистый материал карпет, также продаваемый в автомагазинах. Таким образом, ударная мембрана закреплена на корпусе пэда не жёстко, а имеет небольшую свободу.

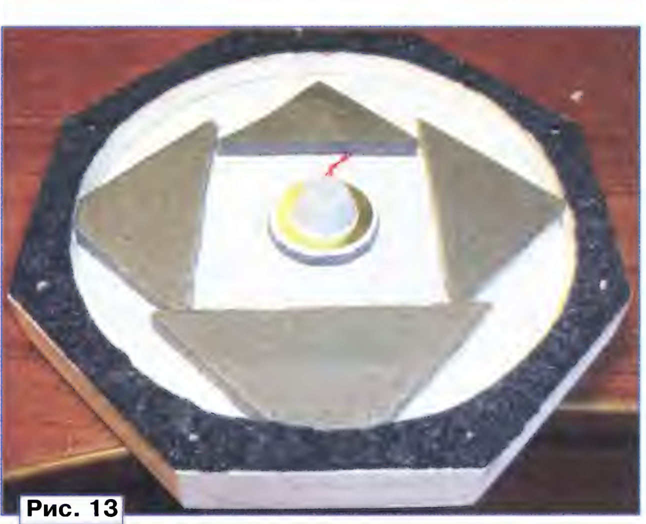


Рис. 13

Сверху на мембрану наклеен изолон толщиной 10 мм. При этом шумность пэда резко снизилась по сравнению с имеющим резиновое покрытие. Но следует учесть, что изолон непрочен. При непоставленном ударе поверхность пэда повреждается очень быстро.

Уменьшение громкости звука при удалении места удара от центра усовершенствованного пэда, конечно, присутствует, но оно вполне естественно, сравнимо с акустическим барабаном и дискомфорта при игре не вызывает. Из недостатков новой конструкции можно отметить меньший в 2...3 раза по сравнению с жёстким пэдом уровень сигнала с пьезоэлемента. Кроме того, пэд стал более восприимчив к вибрациям, передающимся по раме ударной установки. Для исключения ложных срабатываний необходимо крепить его по возможности дальше от центра корпуса или применить простейшую виброизоляцию пэда от рамы, а также оптимальным образом настроить пороги срабатывания (thresholds) барабанного модуля.

Более совершенны барабанные пэды с сетчатым (кевларовым) покрытием мембраны. Они имеют больший динамический диапазон, менее шумны и позволяют получить при игре более естественные ощущения (реакцию пэда, отскок палочки). При этом съём сигнала производится конусными датчиками, устройство которых неоднократно описывалось в Интернете.

Конусный датчик был изготовлен из жёсткого поролона от шлифовальной губки, пьезодатчика диаметром 35 мм и двухстороннего скотча. Он установлен в пэд так, что конус с натягом 5...7 мм упирается в сетку и не теряет контакта с сеткой при самых сильных ударах.

На фотоснимке **рис. 14** изображён тренировочный пэд большого барабана с установленным в него конусным датчиком. Как и ожидалось, его параметры оказались куда лучше, чем даже у усо-

вершенствованного жёсткого пэда. Динамический диапазон очень широкий, уменьшение громкости звука при удалении места удара от датчика вполне естественное, почти как у настоящего барабана. И при этом с пьезодатчика сетчатого пэда снимается отличный сигнал (**рис. 15**), время нарастания которого менее 1 мс, что очень удобно для оценки уровня сигнала.

Следует отметить, что сетчатые пэды хотя и тише резиновых, но всё же не беззвучны. Такие пэды диаметром 8...10 дюймов практически бесшумны, но пэды диаметром 14 дюймов и больше ощутимо гудят и звенят.

Рама ударной установки была построена вокруг 14-дюймового сетчатого пэда большого барабана. Этот пэд позволил решить проблему шумности самодельной установки, и она не требует виброизолирующего подиума. Кроме того, по реакции колотушки педали сетчатый пэд намного ближе к настоящему большому барабану, чем жёсткий.



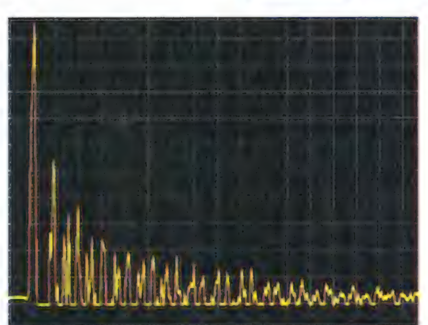
Рис. 14

Рама (**рис. 16**) изготовлена из хромированных труб диаметром 25 мм, соединённых между собой стандартным крепежом. Пэд большого барабана прикреплён к раме сверху и снизу. На дополнительной перекладине закреплены первый и второй томы. Малый барабан и третий том установлены на поворотных трубах, что даёт возможность складывать установку. Ножки можно развернуть практически параллельно перекладинам, при этом установка занимает ещё меньше места. Простейшая виброизоляция ножек рамы от пола, томов от рамы и пэда большого барабана от рамы выполнена с помощью трубчатого утеплителя для водопроводных труб. Этого достаточно, чтобы избежать влияния помех от одних пэдов на другие.

Программа YogaDrums 1.00

Окно этой программы показано на **рис. 17**. Она служит для изменения параметров барабанного модуля, загрузки в него образцов звука и обновления программы микроконтроллера. Чтобы работать с ней, соедините модуль с компьютером стандартным кабелем USB-A—USB-B. Запустите в компьютере на исполнение файл YogaDrums1_radio.exe и выберите в списке COM-порт, созданный операционной системой для используемого в модуле переходника USB-COM. Программа имеет два режима работы.

В режиме игры (запускается сразу после включения) барабанный модуль продолжает реагировать на удары по пэдам, но при этом им можно управлять и с компьютера. Нажатия в окне программы на экранные кнопки "Удар 1"—"Удар 5" вызывают воспроизведение звуков всех пяти барабанов в вариантах, заданных экранными кнопками "Вариант 1", "2" и "3—32". Всего в барабанном модуле может быть предусмотрено 32 варианта звучания. Между первыми тремя вариантами можно быстро переключаться нажатиями на кнопку SB1 на лицевой панели модуля. В программе YogaDrums1.00 можно переключать все 32 варианта звучания экранными кнопками "Вариант 1", "2" и "3—32".


Рис. 15

Первый вариант звучания также можно настроить произвольно. На его пять каналов могут быть назначены любые из максимум 160-ти загруженных в память устройства образцов звуков.

В режиме игры модуль непрерывно передаёт в компьютер параметры сигнала выбранного для анализа пэда (скорость потока информации — около 25000 Кбайт/с). Если связь с компьютером работоспособна, то при обнаружении удара по пэду в окне отображается осциллограмма сигнала с пэда, а в поле "Код АЦП" выводится оценка силы удара — число в интервале от 1 до 255. Ударом по пэду запускается и воспроизведение звука барабана. Номер визуализируемого пэда задают в поле "Канал". Возможно наблюдение одновременно за всеми пятью пэдами.

Уникальная особенность программы — возможность визуализации сигнала с пэдов для оптимальной установки параметров анализа сигналов. Типичный сигнал барабанного пэда после удара палочной представляет собой затухающие колебания с частотой механического резонанса пэда. Поскольку барабанный модуль обрабатывает напряжение только положительной полярности, следует соблюдать полярность подключения пьезодатчиков. Первый выброс сигнала должен иметь положительную полярность.



Рис. 16

Для оптимального распознавания ударов по пэдам регулируют четыре параметра детектора ударов, стандартных для электронных ударных установок: порог срабатывания (Threshold), время оценки силы удара (Scan time), время игнорирования сигнала (Mask time), скорость понижения (похоже на параметр Retrigger cancel).

По превышению сигналом с пэда заданного порога (Threshold, зелёная линия на графике) происходит запуск процедуры оценки силы удара. Для уменьшения задержки запуска воспроизведения образца звука её длительность (Scan time, красная линия на графике) следует выбрать минимальной, но достаточной, чтобы сигнал с пэда успел достичь первого максимума. Заметим, что механические свойства пэда непосредственно влияют на ско-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

рость нарастания сигнала и ограничивают минимальную суммарную задержку начала синтеза. После того как сила удара определена, запускается воспроизведение хранящегося в памяти микроконтроллера образца звука барабана.

Далее в течение определённого интервала времени (Mask time) сигнал с пэда игнорируется, это позволяет избежать ложных срабатываний модуля, если пэд имеет множество резонансов, дребезг и тому подобное. Для большого барабана этот интервал больше, для томов — меньше, а для малого барабана — самый маленький. Слишком большое его значение может не позволить играть на малом барабане быстрые дроби. Особенно важным бывает правильный выбор Mask Time, если барабанный триггер установлен на полноценном акустическом барабане.

USB прекратится. Успешное выполнение команды свидетельствует о работоспособности связи с компьютером.

Образцы (сэмплы) для загрузки в модуль должны находиться в папке BumSamples. При желании стандартные звуки можно заменить любыми другими, для чего нужно подготовить соответствующие звуковые файлы и поместить их в папку BumSamples.

Чтобы получить 32 варианта звучания, нужно загрузить в общей сложности 160 звуковых файлов, если все они уместятся в памяти модуля. Она может состоять из одной (DS1), двух (DS1, DS2) или трёх (выводы третьей подключают параллельно выводам двух первых, за исключением входа CS, который соединяют с выходом RC0 микроконтроллера) микросхем памяти W25Q128, W25Q64 или W25Q32. Программа YogaDrums 1.00

тельно убедиться, что в начале звуковых фрагментов нет пауз, которые приводят к значительной задержке начала воспроизведения звука.

Для загрузки образцов звука нажмите на экранную кнопку "Загрузка звуков" и затем укажите путь к папке BumSamples. Прежде чем начать загрузку, программа выполняет поиск микросхем памяти в подключённом модуле и выводит их список. Успешное завершение обнаружения микросхем памяти свидетельствует о готовности устройства. В этом случае начинается процесс загрузки звуков, который занимает некоторое время. Если в модуле недостаточно памяти для загрузки в него выбранных звуковых файлов, выдаётся сообщение об ошибке. Отладочная информация о ходе процесса загрузки отображается в консоли.

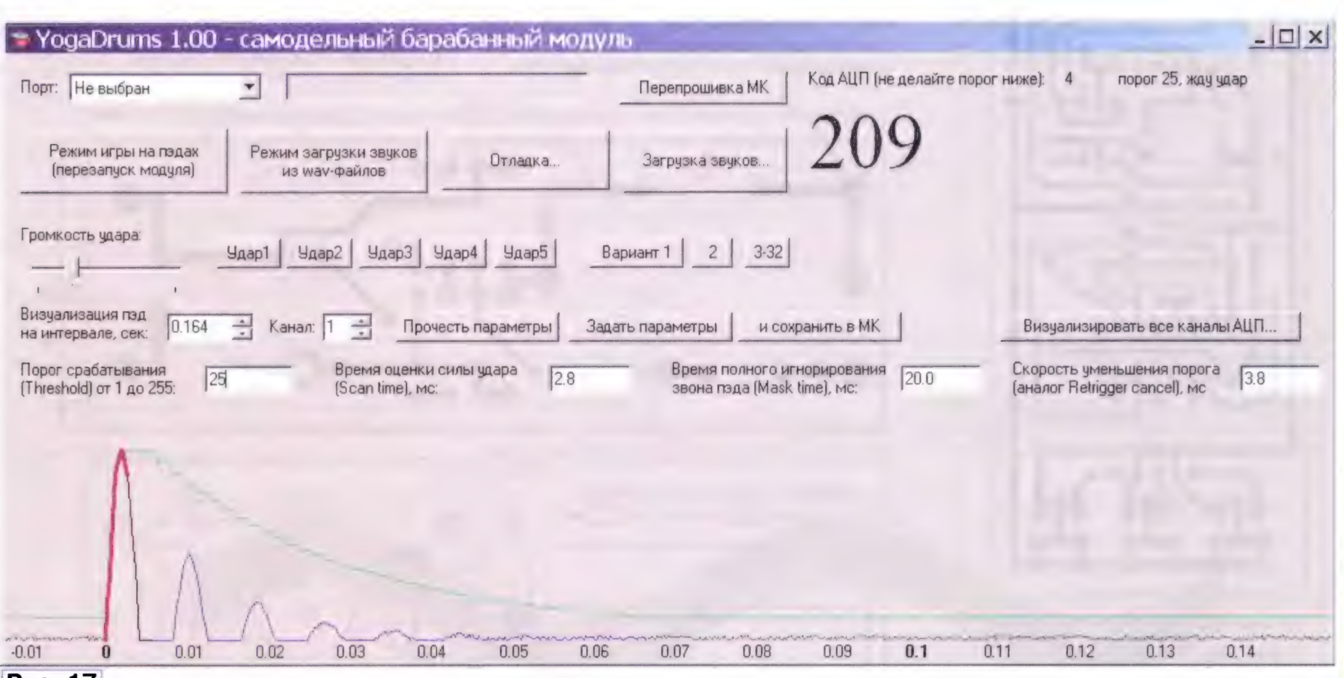


Рис. 17

Далее по окончании интервала Mask Time модуль снова сможет обнаруживать удары, однако при этом порог срабатывания повышен до максимального наблюдаемого ранее уровня сигнала. В дальнейшем порог запуска понижается с заданной скоростью, но не ниже порога Threshold (параметр похож на Retrigger cancel). Такой подход позволяет надёжно обнаруживать повторные удары на фоне остаточного звона пэда.

Экранная кнопка "Прочесть параметры" позволяет увидеть настройки, ранее сохранённые в микроконтроллере. Нажатием на экранную кнопку "Задать параметры" применяют внесённые изменения (не сохраняя их в энергонезависимой памяти микроконтроллера). Нажатие на экранную кнопку "и сохранить в МК" выполняет эту операцию.

Режим загрузки звуков предназначен для записи образцов звука барабанов в память микроконтроллера. Для этого нажмите экранную кнопку "Режим загрузки звуков из wav-файлов". При этом выдача информации модулем по

сама определит тип и число установленных микросхем памяти, вычислит доступный объём памяти и сообщит об ошибке, если его недостаточно для загрузки всех выбранных звуковых файлов.

Пять файлов для первого варианта звучания обязательны для загрузки. Если в папке BumSamples они отсутствуют, будет выдано сообщение об ошибке.

Имена загружаемых звуковых файлов с расширением имени .wav должны начинаться с числа, за которым следует пробел, а затем произвольный поясняющий текст. Числа 11—15 соответствуют первому варианту звучания модуля, числа 21—25 — второму варианту, числа 31—35 — третьему и т. д. Например, 11 большой барабан.wav или 15 малый барабан.wav.

Звуковые файлы должны быть в формате PCM 16 разрядов стерео с частотой дискретизации 40 кГц без сжатия. При необходимости преобразовать имеющиеся файлы другого формата в требуемый можно с помощью любого звукового редактора. При этом жела-

По завершении загрузки образцов звуков переведите модуль в режим игры. Теперь нажатия на экранные кнопки "Удар 1"—"Удар 5" должны приводить к выводу соответствующих звуков, а переключение вариантов звучания экранными кнопками "Вариант 1", "2" и "3—32" должно изменять звучание установки.

Для обновления программы микроконтроллера барабанного модуля нажмите на экранную кнопку "Перепрошивка МК". Далее укажите HEX-файл с новым вариантом загрузочного кода. После обновления программы загрузку в память модуля звуковых файлов следует выполнить заново.

Более подробно работа с программой YogaDrums 1.00 описана в её контекстной справке, которую вызывают нажатием на клавишу F1.

***От редакции**. Программы и другие файлы, необходимые для работы с барабанным модулем, имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/drums.zip** на нашем FTP-сервере.*

E-mail: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

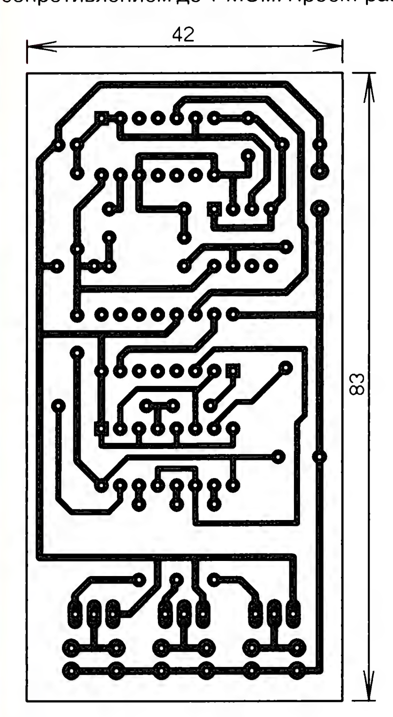
ШАМСРАХМАНОВ М. Бегущие огни с плавным изменением яркости. — Радио, 2018, № 5, с. 28, 29.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов приведены на **рис. 1.**

Для введения регулировки скорости переключения светодиодов EL1—EL6 последовательно с резистором R2 следует включить переменный резистор сопротивлением до 1 МОм. Проект разработан **Молотковым Л.** (р. п. Торбеево, Мордовия).

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/be_og.zip*** *на нашем FTP-сервере.*



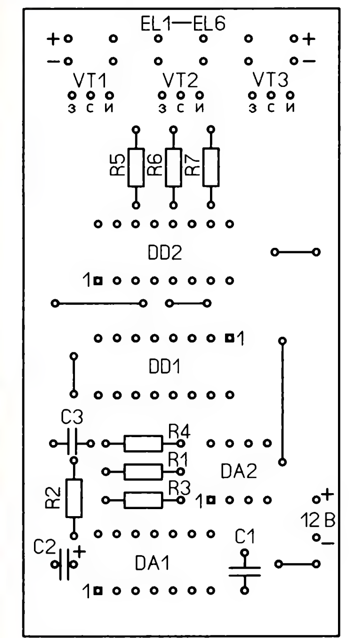


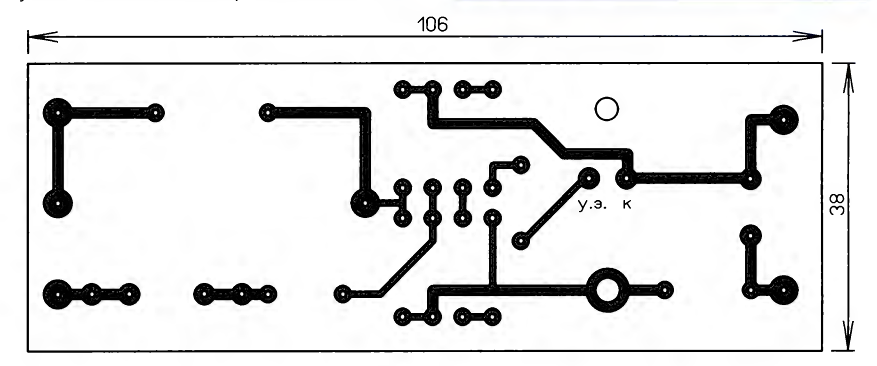
Рис. 1

КАРПАЧЕВ Е. Высоковольтный сетевой блок питания с гасящим конденсатором и защитой. — Радио, 2018, № 6, с. 33—35.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов приведены на **рис. 2.**

Конденсатор С1 — К78-22 в окукленном исполнении. С2 — К50-35 или импортный оксидный. Плавкая вставка установлена в два держателя NF-004.



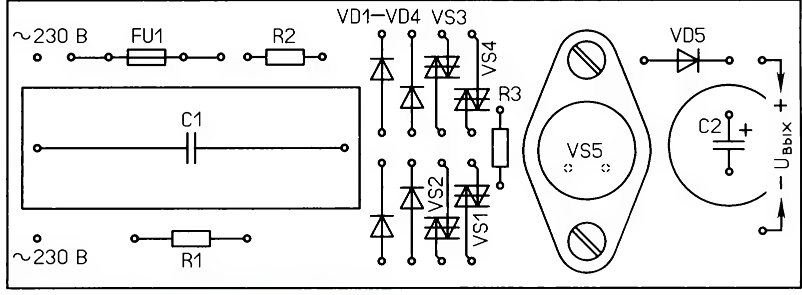


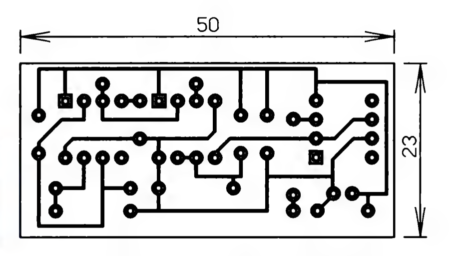
Рис. 2

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/vbp.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

САЛИМОВ Н. Генератор с ШИМ на таймерах КР1006ВИ1. — Радио, 2018, № 8, с. 64.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов, кроме переменного резистора R3, приведены на **рис. 3.** Применён ОУ DA2 — КР140УД708 в корпусе DIP-8, как более доступный. Конденсаторы С1, С2 — керамические, например, К10-17Б, КМ5, КМ6 или импортные. Конденсатор С3 составлен из двух: оксидного С3" — 10 мк × 25 В и керамического С3' ёмкостью 0,01 мкФ.



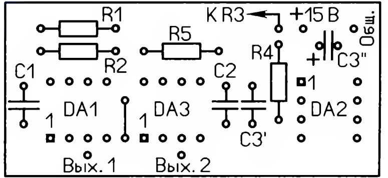


Рис. 3

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/gen.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ДЫМОВ А. Усовершенствование USB-электропаяльника. — Радио, 2018, № 7, с. 31, 32.

О позициях резисторов R1—R3 на рис. 4.

На с. 32 в левой колонке, в пятой строке пятого абзаца сверху, следует читать: "Удалите печатный проводник между контактными площадками для вибродатчика и удалённого провода с пружиной. Между ними припаяйте резистор R2 (7). Резистор R1 (11) установите между контактной площадкой для анода удалённого диода и переходным отверстием.

На нижней стороне платы зачистите от лака и залудите печатный проводник цепи +5 В напротив переходного отверстия, соединённого с выводом 1 микроконтроллера, и впаяйте между ними резистор R3 (3)".



E-mail: mail@radio.ru

КОРОТКОВОЛНОВИКИ — РАДИСТЫ-РАЗВЕДЧИКИ И ИХ АППАРАТУРА

(30—40-е годы)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Предлагаем вниманию читателей выдержки из книги Г. Члиянца (UY5XE), Б. Степанова (RU3AX) "Листая старые "Call Book" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) о коротковолновиках, перед и во время Великой Отечественной войны служивших радистами-разведчиками, с некоторыми дополнениями.

Один из старейших советских военных радистов-разведчиков полковник Главного разведывательного управления (ГРУ) Генштаба Красной Армии в отставке Константин Михайлович Покровский (в 1946—1958 гг. — UA3CB, его сын Андрей в 80-х гг. имел позывной UA3AAC) в довоенные годы выполнял многие ответственные задания командования: обеспечивал радиосвязь с бойцами-интернационалистами, сражавшимися в Испании; был начальником радиосвязи Главного советника СССР в Китае, отражавшем в то время японскую агрессию; в годы войны принимал участие в создании партизанской радиосвязи; много вспоминал о роли радистов-разведчиков службы радиосвязи ГРУ, которые до войны были коротковолновиками.

Они действовали как на вражеской территории, так и несли круглосуточную радиовахту по поддержанию радиосвязи с мобильными группами и отрядами. Были коротковолновики и радистами службы внешней разведки НКВД. Радистов-разведчиков готовили в Горьком (в так называемой Сормовской школе), Ворошиловграде и других городах.

Так, например, в 1942 г. Ворошиловградскую школу закончила будущий Герой Советского Союза уроженка пос. Изварино (Краснодонский район Ворошиловградской обл.) Любовь Григорьевна Шевцова (1924—1943).

Несколько сотен радиолюбителей-коротковолновиков были радистами в партизанских отрядах, многие из них руководили радиосвязью:

— В Центральном штабе партизанского движения (ЦШПД) радиосвязь возглавляли Константин Михайлович Покровский и Владимир Петрович Ярославцев (ранее в Ярославле — 60RA/RK-66, eu2BF; после войны во Львове — UB5AC; 07.05.1947 г. награждён значком "Почётный радист"; в мае 1947 г. в "Третьих всесоюзных соревнованиях коротковолновиков ОСОАВИАХИМ" стал победителем в группе "У" — 122 QSO за двенадцать часов; в 1949—1950 гг. выехал в Москву).



Любовь Григорьевна Шевцова, 1942 г.

— В партизанских объединениях Брянских лесов — москвич Виктор Александрович Ломанович (после войны — UA3DH; автор двух книг по радиолюбительской аппаратуре на УКВ; награждён значком "Почётный радист"); в Ленинградской обл. — ленинградец Николай Николаевич Стромилов (U1CR; ранее — 36RW, eu3BN; после войны в Москве — UA3BN).

— В Латвии — ленинградец Александр Фёдорович Камалягин (U1AP; ранее — eu3EB; после войны в Ашхабаде — UH8AF, в Куйбышеве — UA4IF).

— Радиоузел Минского партизанского соединения возглавлял коротковолновик И. Ф. Вишневский (его позывной установить не удалось), а радиоузел Украинского штаба партизанского движения (УШПД) — харьковчанин Игорь Верович Акаловский (U5AH; ранее — RK-2860, eu5FY).

Примечание. В самом начале войны под руководством U5AH в Харькове для партизан была разработана и изготовлена небольшая партия радиостанций "Волна".

На передающий центр ЦШПД Наркоматом связи был назначен руководитель Московской дирекции радиосвязи Б. Ф. Митителло (ранее в Ленинграде — 34RB, eu3BB). Была создана и спецшкола (с несколькими филиалами) по подготовке партизанских радистов. Её преподавателем, в частности, стал москвич Анатолий Николаевич Ветчинкин (U3CY; ранее — RK-1668). А москвич Вадим Борисович Востряков (U3AT; ранее — RK-24, 05RA, eu2AC; после войны — UA3AM) готовил радистов для спецслужб.



Анатолий Николаевич Ветчинкин, 1935 г.

Вадим Борисович Востряков, 1927—1929 гг.

Учитывая специфику работы разведки, собрать информацию удалось лишь о немногих:

— Дмитрий Георгиевич Белов (Сталинград; с середины 30-х годов — eu4EG).

— Дмитрий Григорьевич Горбань (Москва; перед войной был оператором коллективных ЛРС МЭИС (сейчас — МТУСИ) — UK3AQ/UK3CU; во время войны воевал в составе радиоцентров ГРУ; был награждён крайне редким нагрудным знаком "Отличный разведчик", который был утверждён в 1943 г.; после войны — UA3DG/U3DG).

— Леонид Николаевич Долгов (Москва; перед войной — U3BR; ранее — eu2LT; в 1937 г. за участие в боевых действиях в Испании был награждён орденом Красной Звезды; во время войны возглавлял спецгруппу радистов-разведчиков ГРУ на Балканах).

— Тимофей Прокопьевич Короленко (Минск; перед Великой Отечественной войной — U2BT; во время войны — радист центра связи ГРУ; после войны — UC2AD); по легенде — TNX EW1AA — в декабре 1942 г., на следующий день после сеанса связи со своей супругой (Зинаида была радисткой партизанского отряда), провёл нелегальное QSO на частоте 2,225 МГц с частым довоенным корреспондентом — немецким коротковолновиком D4MF.

— Сергей Павлович Павлов (Москва; ранее — RK-351, 80RB, eu2DB; перед войной — U3AB; в 1937 г. за участие в боевых действиях в Испании был награждён орденом Красной Звезды; со второй половины 30-х годов — сотрудник разведорганов, в 70-х годах — UA3AB; полковник ГРУ в отставке).

— Г. Г. Ситников (U3AI; ранее — RK-1452, eu2NF; единственный из советских коротковолновиков, кому удалось в конце июля 1931 г. провести QSO с DENNE — позывной радиостанции арктического полёта дирижабля "Граф Цеппелин", одним из радистов которого был Эрнст Кренкель; с 01.01.1937 г. входил в состав Совета СКВ при ЦС ОСОАВИАХИМ; дипломант 1-го Всесоюзного конкурса радиолюбителей-радистов — 1940 г.; в 1943—1944 гг. был начальником радиосвязи спецгруппы Красной Армии на Балканах, Лауреат Сталинской премии — 1945 г.; "Почётный радист" — 1946 г.).

— Константин Константинович Сливицкий (Ташкент; ранее — 48RA, au8AA; с марта 1930 г. по июль 1933 г. находился в загранкомандировке по линии разведки).

— Олег Георгиевич Туторский (Москва; перед войной — U3BI; ранее — eu2MC; в 1937 г. за участие в боевых действиях в Испании был награждён орденом Красной Звезды; в 70—80-х годах — UA3IB).

— Константин Александрович Шульгин (Москва; перед войной — U3BA, был оператором коллективных ЛРС МИИС — UK3AQ/ UK3CU; во время Великой Отечественной войны воевал в составе радиоцентров ГРУ; был награждён нагрудным знаком "Отличный разведчик"; после войны — UA3DA/U3DA).

Примечание. Ленинградец Владимир Леонидович Доброжанский (U1AB; ранее — 65RA, eu3AJ) — сотрудник Опытной радиолаборатории при Ленинградском НКВД, был награждён двумя орденами Красной Звезды: в 1930 г. — как главный инженер проекта аппаратуры "Дрейф" для UPOL, в 1937 г. — за разработку аппаратуры для коротковолновиков-"испанцев", после войны — в Москве, лауреат Сталинской премии.



Слева—направо: Сергей Павлович Павлов и Владимир Леонидович Доброжанский, 1938 г.

1986 г. В редакции журнала "Радио": радисты-добровольцы — участники боёв в Испании (слева—направо), первый ряд — Л. Л. Хургес, Г. Г. Ситников, А. П. Перфильев; второй ряд — Л. В. Долгов, А. Н. Макаренко, О. Г. Туторский.





Константин Константинович Сливицкий.

Константин Александрович Шульгин.

Примечание. Москвичи — коротковолновики-"испанцы", которые в 1936—1937 гг. во время Гражданской войны в Испании были радистами и по роду своей деятельности также занимались передачей разведданных, были награждены орденами Красной Звезды:

— А. П. Перфильев (U3BD; ранее — eu2PM).

— Лев Лазаревич Хургес (ранее — eu2LU/RK-2793; в конце 1937 г. был арестован и осуждён; после освобождения в 1948 г. проживал в г. Грозном; в 1956 г. был реабилитирован; автор незаконченной книги воспоминаний "Москва — Испания — Колыма. Из жизни радиста и зэка").



Макс Клаузен, 1927—1928 гг.

Следует отметить, что одним из первых и самым результативным радистом-разведчиком [1] был легендарный радист Рихарда Зорге Макс Клаузен, который в 1927—1928 гг. был в Германии SWL (DE 1288 / DE 1290), эмигрировал в СССР и уже с марта 1929 г. прибыл в Шанхай радистом советского разведчика (псевдоним — "Вилли"), а затем стал работать в Китае под руководством Р. Зорге, вплоть до ареста в Японии всей группы "Рамзай" (18 октября 1941 г.). Исключение составил период его отзыва в СССР (конец 1932 г. — лето 1935 г.), где чета Клаузенов под фамилией Ратман временно проживала в городке Красный Кут Саратовской области. Используемые для радиосеансов с Центром передатчики Макс Клаузен изготавливал на месте самостоятельно.

А о промышленном изготовлении радиостанций советского производства расскажем более подробно.

В 2007 г. в Черкассах проводилась Международная конференция музеев и частных коллекционеров старой радиоаппаратуры, организатором которой являлся неоднократный чемпион мира и Европы по СРП (по подгруппе "Ветераны"), ЗМС Украины по радиоспорту и страстный коллекционер ретро-аппаратуры Владимир Вотинов (UR6CW).

Самым ценным, на мой взгляд, экспонатом коллекции UR6CW является радиостанция "Набла" (была ему подарена Валерием Громовым (RA3CC), с обширной коллекцией которого можно ознакомиться на сайте **http://www.rkk-museum. ru**), поскольку нигде в других

аналогичных коллекциях она больше не значится (в музее ЦРУ США хранится её практический аналог-прототип — радиостанция "Тензор"). "Набла" (как и "Тензор") была разработана либо в Опытной радиолаборатории Управления НКВД по Ленинградской области, либо в аналогичных лабораториях НКВД в Подмосковье (Кучино) или в Москве (ул. Спиридоновка, 13). Её телеграфный передатчик (в коллекции UR6CW его серийный номер 3267) состоял из трёх блоков: сам передатчик и блок питания ("сцеплённые" между собою два блока — "блок входных цепей с трансформатором" и "блок выпрямителей"). Двухкаскадный передатчик собран на лампах 6L6 (VT-115) и имел выходную мощность до 40 Вт, перекрывал два диапазона (18,5—35 метров и 35—70 метров) посредством комплектования соответствующим набором кварцевых резонаторов, каждый из которых имел возможность небольшой расстройки. Приёмник (сохранилась только его не очень чёткая фотография, которая приведена в опубликованной в Германии книге-каталоге приёмопередающей техники периода Второй мировой войны) примерно в два раза выше блока передатчика (конструктивно выполнен в виде "кубика").

своей книге бывший начальник УШПД генерал-лейтенант Тимофей Амвросиевич Строкач.

В начале войны все вышеперечисленные радиолаборатории были эвакуированы в Свердловск и объединены в единую — Центральную радиолабораторию.

Позже, уже в Саратове (туда были эвакуированы из Харькова специалисты и оборудование, а также и сам УШПД), на базе фабрики киноаппаратуры по заданию ЦШПД была разработана "Радиостанция партизанских отрядов" (РПО). Она выпускалась в нескольких модификациях (например, РПО-4 — в 1942 г.) вплоть до конца войны.

В Саратов была эвакуирована и школа по подготовке радистов-партизан. Позже её филиалы были открыты в Ворошиловграде, Киеве и Сталинграде.

Одна из школ радистов партизанских отрядов находилась около Воронежа (либо в с. Новая Усмань, либо в с. Сомово). Якобы в ней училась и Валентина Константиновна Довгер (1925—1984) — радистка Николая Ивановича Кузнецова. По непроверенным данным, преподавателем телеграфа был "чемпион страны по приёму-передаче" (так было отмечено в СМИ). Скорее всего, это был Игорь Владимирович Заведеев.

Для оборудования конспиративных установок во временно оставленных городах в 1942 г. были выпущены радиостанции с дистанционным управлением "Тюлень" и "Марс".

Кроме того, в партизанских отрядах использовалась радиостанция "Прима", разработанная для воздушно-десантных войск. Радиостанция собрана на четырёх лампах, режим работы — телеграф, рабочий диапазон — 3,3...5 МГц. Передатчик собран на лампе 2П9М, его частота стабилизирована сменными кварцевыми резонаторами, выходная мощность — 5 Вт [2].

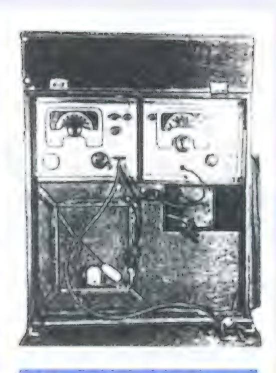
Для оперативной связи из легковых автомашин была разработана система "Интеграл" и радиостанция "Стрела" (выходная мощность передатчика — 150 Вт, дальность действия — до 3000 км) — для связи правительственных поездов с Москвой. Радиостанция "Стрела" в 1943 г. обеспечила высоконадёжную связь во время проведения Тегеранской конференции.

Для контрразведывательных подразделений "Смерш" выпускался стационарный пеленгатор "СК-3" (с приёмником "Л-5"), переносной пеленгатор "Румб" и пеленгатор, установленный в специальном автобусе, "АРП-2".



Радиостанция "Набла".

Радиостанция "Белка".



Радиостанция "Партизанская".

В лабораториях НКВД разрабатывалась и радиостанция "Белка" (мощность — 5 Вт, дальность действия — до 1000 км), экземпляр которой ("Белка-4") хранится в Волгоградском музее радиолюбительства (**http://ra4a.narod.ru**). Кварцованный передатчик был собран на двух лампах, а приёмник — на трёх (2К2М).

В первый год войны средств радиосвязи не хватало, и малые партии радиостанций производились в разных местах. Так, в Харькове была выпущена небольшая серия радиостанций для партизанских отрядов и соединений. В военно-исторической литературе её обычно называют "Партизанка" или "Партизанская". Она была разработана в кратчайшие сроки (буквально, в первые дни войны) под руководством Петра Опанасовича Мацуя, и несколько экземпляров сразу же были переданы в распоряжение УШПД. Положительную оценку их работы по обеспечению связи с партизанскими отрядами дал в

Примечание. В СССР первые очные соревнования были проведены в 1936 г., о чём в 1937 г. сообщал журнал "Радиофронт" (Шахнарович Л. "382 знака в минуту", № 12, с. 11—13 и Байкузов Н. "Выше мирового рекорда", № 12, с. 14). В статье приводился факт установления неофициального мирового рекорда молодым москвичом — техником-радистом Центральной радиостанции золото-платиновой промышленности ("Главзолото") Игорем Владимировичем Заведеевым. Коллеги по работе его называли человеком-"ондулятором". В присутствии Н. Байкузова (U3AG — он был секундометристом) И. Заведеев принял (с записью на пишущей машинке) смысловой текст со скоростью 382 знака в минуту (по системе "Парис").

Для оборудования узлов оперативной связи был разработан мощный передатчик "Лев" (500 Вт, дальность — до 5000 км), работающий в комплексе с приёмником "133".

Для поиска немецкой агентуры в горных массивах был выпущен самолётный пеленгатор "СПР-1".

В 1943—1944 гг. был разработан и выпущен карманный пеленгатор "Р-8".

Для разведгрупп парашютно-десантных войск выпускался радиоприёмник "Сигнал". Использовалась и английская радиостанция Mk.VII ("Paraset").

Самой же массовой (по своему серийному выпуску) и особо почитаемой радистами как спецслужб Красной Армии, НКВД, НКГБ, так и партизанских отрядов была радиостанция "Север" (или "Северок", как её любовно называли и боготворили радисты того времени). Радиостанция — симплексная, телеграфная, переносная, с батарейным питанием, собрана на трёх лампах. Рабочие диапазоны частот: на приём — 3,62...12,25 МГц, на передачу — 3,62...6,25 МГц, выходная мощность передатчика, собранного на лампе 2П4М, — 2,5 Вт.

История её создания такова. В 1939 г. в Московском электротехническом институте связи защищал дипломный проект Борис Михалин. Его научным руководителем был доктор технических наук, профессор Борис Павлович Асеев (1901—1965), который в это же время работал в должности заместителя по науке в НИИ связи Наркомата обороны (НИИС НКО). Темой проекта была портативная радиостанция для геологов. После защиты дипломного проекта Б. П. Асеев привлёк Б. Михалина на работу в НИИС НКО, который находился в с. Воробьёво (ныне Воробьёвы горы).



Радиостанция "Север".

Радиостанция "Mk.I".

Радиостанция "Омега".

Передатчик "Джек".

Примечание. До 1934 г. НИИС НКО именовался как Отдельная радиолаборатория НКО, созданная, в свою очередь, на базе существующего с 1921 г. Остехбюро (Особого технического бюро по военным изобретениям специального назначения), которое возглавлял Владимир Иванович Бекаури.

Борис Михалин на основе своего дипломного проекта приступил к разработке для военной разведки радиостанции "Омега" (перед войной был изготовлен единственный опытный экземпляр).

Примечание. Борис Андреевич Михалин успешно работал и после войны. В 1958 г. он возглавлял разработку аппаратуры нового поколения для ГРУ СССР — малогабаритную быстродействующую радиостанцию "Электрон", а в 1963 г. на её основе создал известную в кругах радистов-разведчиков аппаратуру "Протон". В 1967 г. талантливого конструктора не стало...

С декабря 1941 г. на Ленинградском заводе им. Козицкого начался её серийный выпуск (под наименованием "Север" — до 300 ед. в месяц), а с 1942 г. (уже в блокадном городе) начался выпуск её модификации — "Север-бис" (до 2000 ед. в месяц). Радиостанция "Север-бис" отличалась от базовой модели работой на фиксированных частотах с применением сменных кварцевых резонаторов. Диапазоны её рабочих частот: на приём — 2,22...6,66 МГц (два поддиапазона), на передачу — плавный 2,56...5,77 МГц и три стабилизированных кварцевыми резонаторами частоты. На этом заводе представителем заказчика работал Николай Николаевич Стромилов (U1CR).

Примечание. С декабря 1941 г. U1CR также являлся членом Ленинградского штаба партизанского движения, которое бурно разрасталось в Ленинградской области и потребовало большого числа квалифицированных радистов для обеспечения радиосвязи. Н. Н. Стромилов возглавил подготовку радистов для штаба партизанского движения, а затем и руководство радиосвязью ленинградского штаба партизанского движения. С января по март 1943 г. U1CR участвовал в боях по прорыву блокады в должности инженера по радио одного из полков связи. Он был награждён орденом Отечественной войны I степени, медалями "Партизану Отечественной войны" и "За оборону Ленинграда".

Приводим воспоминания Рэма Самуиловича Гаухмана (после войны — UA3CH, позже — U3CH) о радиостанции "Север":

"Прежде всего, почему с 1942 г. и до начала 1944 г. на ручках и передней панели "Северка" были английские надписи. Мне в результате поисков удалось выяснить из ряда литературных источников, а также из личных бесед с известным радистом Н. Н. Стромиловым, имевшим непосредственное отношение к производству и использованию разведчиками и партизанами легендарной радиостанции в годы Великой Отечественной войны, следующее. Эти надписи должны были ввести в заблуждение гитлеровскую агентуру. И цель была достигнута. Оказывается, гитлеровцы долгое время считали, что радисты и сам аппарат (по сути, трансивер) заброшены в СССР англичанами. Наша же разведка, получая необходимую информацию, организовала соответствующие контрмеры. Теперь о лампах. Специальная советская лампа для "Севера" вообще не создавалась. Дело обстояло так. В связи с отсутствием запаса американских ламп "24" (военный аналог Т-28) пришлось искать замену. Один из специалистов предложил использовать низкочастотные пентоды СБ-244, имевшиеся на ленинградском заводе "Светлана" и уже применявшиеся в предвоенные годы в вещательных батарейных приёмниках "БИ-234", "РПК-9" и ряде других усилителей НЧ. Их цоколёвка и режим полностью соответствовали американским "24". В инструкции к радиостанции "Север" указывалось, что вместо американских ламп "24" "Север" укомплектован равноценными лампами СБ-244. Правда, их мощность не превышала 1,5...2 Вт, а срок службы, по сравнению с американскими, из-за малой эмиссии катода уменьшался с 750 до 200 часов. Поэтому с 1944 г. на вооружение поступили "Северки" с лампами СО-257, обеспечивающими мощность 3...3,5 Вт".

Известны случаи использования советской агентурной сетью и отечественной радиостанции "ПП-16", и английской Mk.I, которая поступала как по так называемому Ленд-лизу, так и закупалась по линии Амторга.

В литературе приводятся сведения об использовании разведчиками и более мощных (50 Вт, питание от сети) советских агентурных передатчиков "Джек" совместно с приёмником "Сигнал", его модификации "Джек-2" совместно с приёмником "Метеор" или "Барс".

На приёмопередающих узлах связи спецслужб и их контрольных приёмных центрах применялись слежечные приёмники "Урал" — шестиламповый КВ-супергетеродин, "45-ПК-1" — девятиламповый СВ-КВ-супергетеродин со сменными блоками поддиапазонов, рабочий диапазон частот — 1,35...20 МГц, "45-ПС" — восьмиламповый КВ-супергетеродин, "КВ" — семнадцатиламповый КВ-супергетеродин на малогабаритных лампах, рабочий диапазон частот — 1,5...30 МГц, "СВ" — четырнадцатиламповый ДВ-СВ-супергетеродин на малогабаритных лампах, рабочий диапазон частот — 0,075...1,66 МГц и "Чайка" — семнадцатиламповый СВ-КВ-супергетеродин на металлических лампах, рабочий диапазон частот — 0,54...20 МГц, а также слежечные КВ-приёмники-пеленгаторы "51-ПА-1" — восьмиламповый супергетеродин, "55-ПК-3А" — девятиламповый супергетеродин и "Штопор" (он же "ВПР") — десятиламповый супергетеродин и специальная аппаратура — помехоустойчивая система "Алмаз".

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г. (UY5XE)**. Радиолюбитель — радист легендарного разведчика. — Львов, 2000. — 16 с.

2. Радиостанции Великой Отечественной. — Радио, 2002, № 5, с. 68.

Кварцевый гетеродин с электронной коммутацией

Борис ДЕМЧЕНКО, г. Киев, Украина

В статье предложен вариант кварцевого гетеродина, который можно использовать, например, в КВ-приёмнике с двойным преобразованием частоты, фиксированным гетеродином и перестраиваемой ПЧ. Применение электронных ключей, управляемых логическими уровнями, позволило избавиться от использования механических переключателей. Такая замена позволяет значительно повысить надёжность и упростить технологию сборки устройства. Кроме того, устраняется зависимость от конструкции и размеров механического переключателя и появляется возможность создавать простые системы дистанционного и автоматического управления.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно состоит из 12 кварцевых генераторов G1—G12 с частотами от 6 до 28 МГц и шагом 2 МГц. Впрочем, число генераторов и их частоты могут быть и другими. Каждый из генераторов коммутируется двумя аналоговыми КМОП-ключами, входящими в микросхемы CD74HC4066B. Ключи этой серии предназначены для коммутации сигналов частотой до 200 МГц. Управление ключами осуществляется напряжением логического уровня. Высокий уровень — ключ открыт, низкий — закрыт.

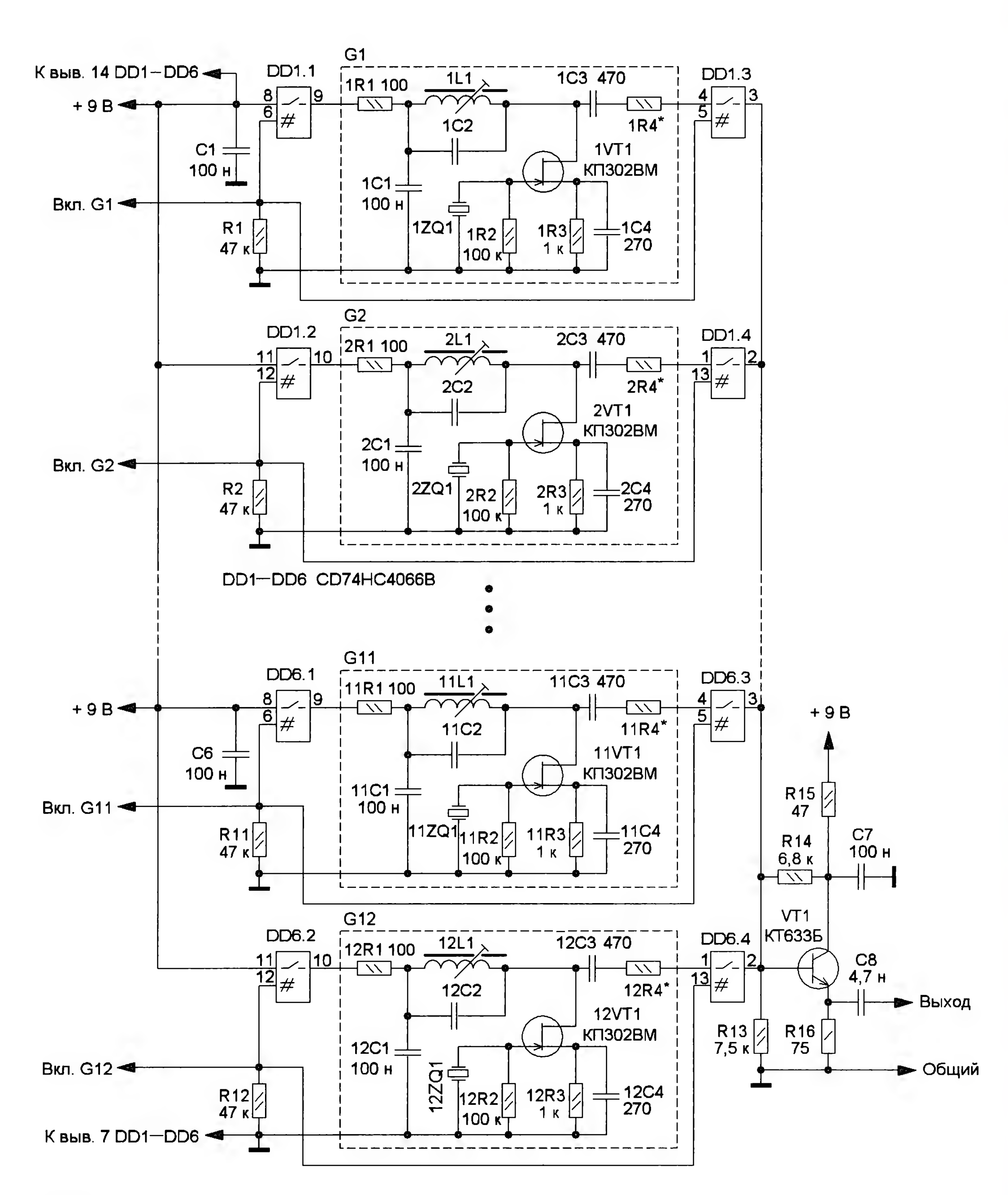
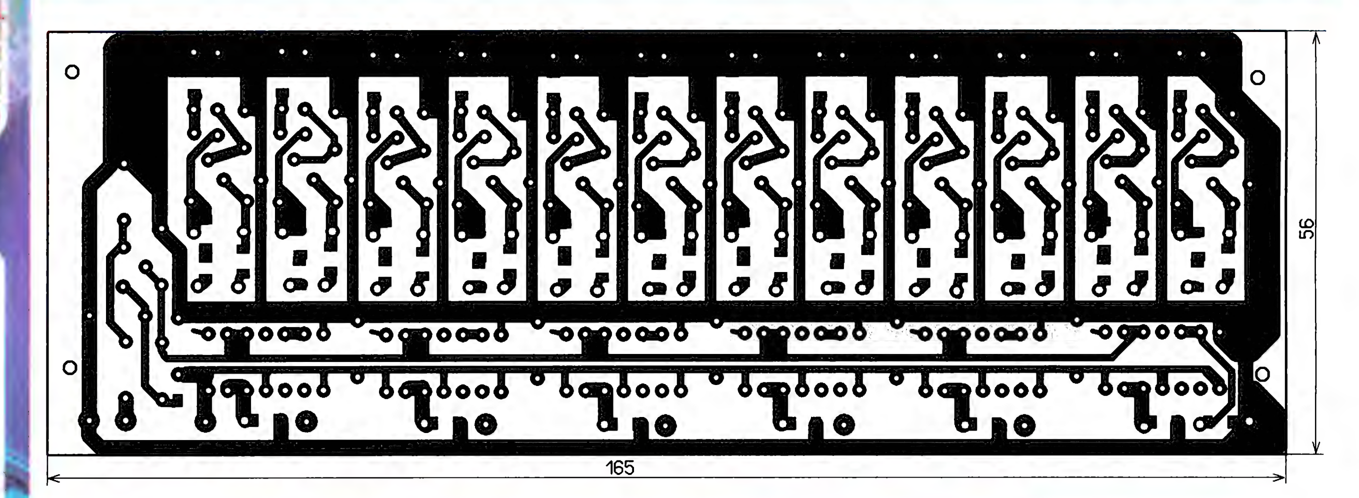
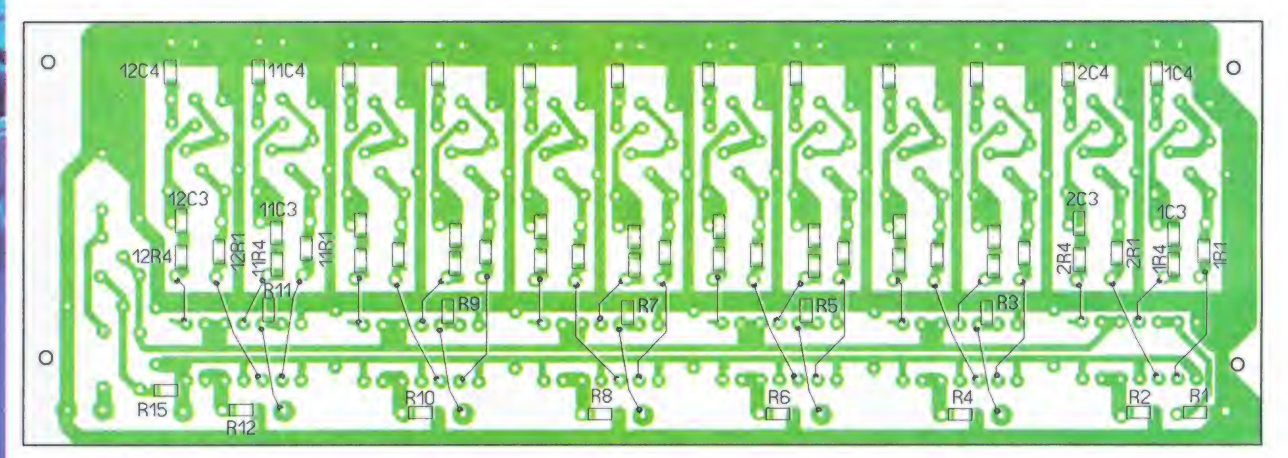


Рис. 1

Частота, МГц	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Ёмкость конденсатора NC2, пФ	430	270	160	120	82	68	62	51	39	27	20	20
Число витков катушки NL1	14	13	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6
Интервал перестройки индуктивности, мкГн	1,14...2,5	1...2,17	1...2,17	0,85...1,84	0,78...1,69	0,7...1,5	0,59...1,11	0,5...0,98	0,5...0,98	0,43...0,76	0,43...0,76	0,39...0,68





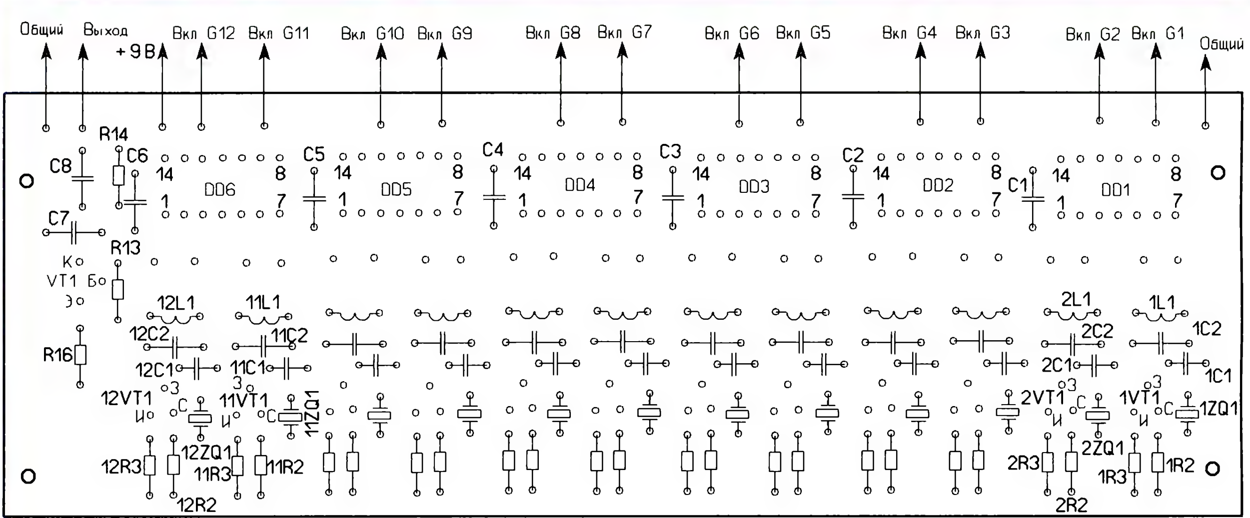


Рис. 2

При подаче высокого логического уровня на управляющий вход "Вкл. G1" открываются ключи DD1.1 и DD1.3. Первый подаёт напряжение питания на генератор G1, а второй подключает его выход к буферному каскаду (эмиттерный повторитель) на транзисторе VT1. В это время за счёт резисторов R2—R12 на управляющих входах остальных генераторов G2—G12 присутствует низкий уровень, поэтому они выключены.

R1—R12, R15, 1R1—12R1 и 1R4—12R4 для поверхностного монтажа типоразмера 1206, остальные — выводные МЛТ, С2-23 или аналогичные. Конденсаторы 1С3—12С3 и 1С4—12С4 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206 или 0805, остальные — К10-17, КМ-6, причём конденсаторы 1С2—12С2 следует применить с ТКЕ не хуже М75. В генераторах, кроме указанных полевых транзисторов, можно применить транзисторы КП303В, КП303Д, но предпочтительнее КП302ВМ или КП302БМ, поскольку использование транзисторов серии КП303 в этом генераторе приводит к небольшому завышению частоты. Транзистор КТ633Б можно заменить транзистором КТ633А или КТ606А, КТ606Б, как сделано в устройстве аналогичного назначения [1]. Каркасы катушек применены от контуров плат радиоканалов блока СМРК телевизоров серии ЗУСЦТ. Диаметр каркасов — 6 мм, ферритовый подстроечник — диаметром 3,8 мм и длиной 8 мм. Намотка — провод ПЭВ-2 диаметром 0,25 мм. Число витков катушек и интервал перестройки их индуктивности с введённым ферритовым подстроечником и без него приведены в таблице.

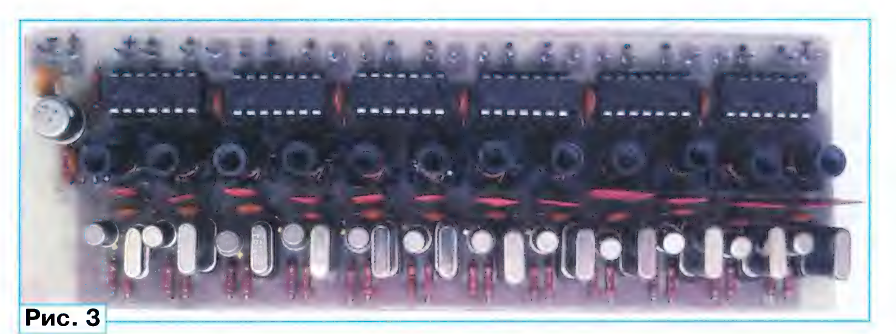


Рис. 3

Каждый из генераторов собран по схеме ёмкостной трёхточки на полевом транзисторе NVT1 с управляющим p-n переходом и каналом n-типа. Кварцевый резонатор включён между затвором и общим проводом. В цепи стоков транзисторов включены контуры на элементах 1L1—12L1 и 1С2—12С2, которые настроены на первую гармонику кварцевых резонаторов 1ZQ1—12ZQ1. Номиналы и конструктивные параметры этих элементов для разных частот приведены в **таблице**.

Генератор собран на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, её чертёж и схема размещения элементов показаны на **рис. 2**.

В устройстве применены резисторы

Кварцевые резонаторы — в корпусе НС-49U, их номинальная частота должна быть указана для первой гармоники. Следует учесть, что номинальная частота резонатора указана для схемы, используемой на заводе-изготовителе, которая может отличаться от используемой. В генераторе по другой схеме частота может отличаться на 1...2 кГц. В случае необходимости можно применить известные способы подстройки частоты резонаторов, приведённые в [2].

Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Налаживание генераторов заключается в настройке с помощью подстроечников катушек 1L1—12L1 соответствующих контуров на первую гармонику кварцевого резонатора. Она производится вывинчиванием подстроечников катушек до появления генерации и получения максимальной амплитуды сигнала. Затем подстроечник вывинчивают ещё на 1...2 оборота, контролируя форму синусоидального сигнала, его частоту и напряжение. Оно должно быть 1 В и одинаковым для всех генераторов. При необходимости небольшая коррекция напряжения сигнала производится подборкой резисторов 1R4—12R4 (до нескольких сотен ом) и подстроечниками катушек 1L1— 12L1. Первоначально взамен резисторов 1R4—12R4 можно установить проволочные перемычки.

Питать устройство следует от стабилизированного источника, потребляемый ток — 28...30 мА.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рубцов В.** Кварцевый гетеродин КВ-приёмника. — Радио, 2015, № 12, с. 54, 55.

2. Изменение частоты кварцевых резонаторов. — Радио, 1978, № 3, с. 22, 23.

Помехи от передатчиков и антенно-фидерных систем

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

От основного излучения

Допустим, мы подавили все паразитные составляющие в сигнале передатчика и синфазный ток фидера. Но помехи другим устройствам могут быть и от основного излучения антенной совершенно чистого сигнала передатчика. Даже при напряжённости поля антенны в пределах разрешённых норм.

Если вы имеете доступ к устройствам, поражаемым помехой от основного излучения вашей антенны, то доработайте эти устройства. Если доступа нет (да ещё таких устройств много), то придётся что-то делать с антенной.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2018, № 8, 9

Самый очевидный выход в такой ситуации — убрать свою антенну куда-нибудь подальше и повыше от принимающих помехи устройств. В дальней зоне антенны напряжённость поля убывает пропорционально расстоянию, а в ближней — пропорционально квадрату расстояния. Поэтому желательно приложить усилия по подъёму и/или удалению антенны так, чтобы в её ближнюю зону не попадали бы другие устройства. Это особенно желательно для приёмной антенны, так как это снижает уровень помех, принимаемых антенной от близко расположенных чужих устройств.

Но нередко антенну двигать нельзя и некуда. В этом случае придётся менять конструкцию антенны. Если её ближняя зона "цепляет" чужие устройства, то надо убирать те части антенны, которые порождают область ближнего поля, достающую до чужих устройств. Например, загибать нижние части проводов вверх или удалять их, делая антенну укороченной.

С последним надо быть осторожнее. Кроме сужения полосы и снижения КПД, в укороченной антенне из-за повышения добротности растёт напряжённость поля в ближней зоне. То есть укороченная антенна имеет меньшие размеры ближней зоны, но более высокую напряжённость поля в ней. Поэтому, применяя укороченную антенну, надо быть уверенным, что её ближняя зона не достаёт до чужих приборов (помехи на передаче и приёме) и предметов с потерями (снижение КПД из-за бесполезного нагрева этих предметов).

Если же чужие устройства не попадают в ближнюю зону антенны, а помеха на них есть, то надо уменьшать напряжённость поля в дальней зоне антенны.

Простейшее решение уменьшить мощность передатчика нам не интересно (хотя оно и работает). В радиоканале

редко бывает достаточный запас по энергетике. Как правило, наоборот, сигнал и так слабоват. И неразумно ещё уменьшать его, понижая мощность.

Значит, надо изменить диаграмму направленности антенны так, чтобы в тех направлениях, где находятся подверженные помехе приборы, излучение бы уменьшалось. А в нужных нам направлениях оставалось бы без изменений или даже росло. Это делают направленные антенны. Они усиливают излучение в направлении главного лепестка и ослабляют дальнее поле во всех остальных направлениях.

На **рис. 6** показано сравнение азимутальных диаграмм направленности полуволнового диполя и трёхэлементной антенны Уда-Яги. Видно, что применение направленной антенны в главном лепестке дало прибавку +5 дБ (3 раза по мощности, 1,8 раза по напряжению), а излучение в нежелательных направлениях заднего лепестка снизилось на 14 дБ (25 раз по мощности, 5 раз по напряжению).

Полученным в главном лепестке выигрышем +5 дБ мы можем распорядиться двояко:

- оставить его для улучшения энергетики радиоканала;
- или снизить мощность передатчика втрое, оставив в направлении главного лепестка поле таким, каким оно было на полуволновом диполе. И при этом излучение в ненужных направлениях (которое и так мало) также снизится втрое по мощности.

Но обычно устройства, подверженные помехам от основного излучения нашей антенны, расположены не по бокам от неё, а внизу, под мачтой антенны. В этом направлении применение направленной антенны тоже даёт выигрыш. Хотя он меньше, чем по азимуту.

На **рис. 7** показано сравнение диаграмм направленности в вертикальной плоскости предыдущих двух антенн. Так как программа моделирования не показывает излучение вниз, то для корректного сравнения

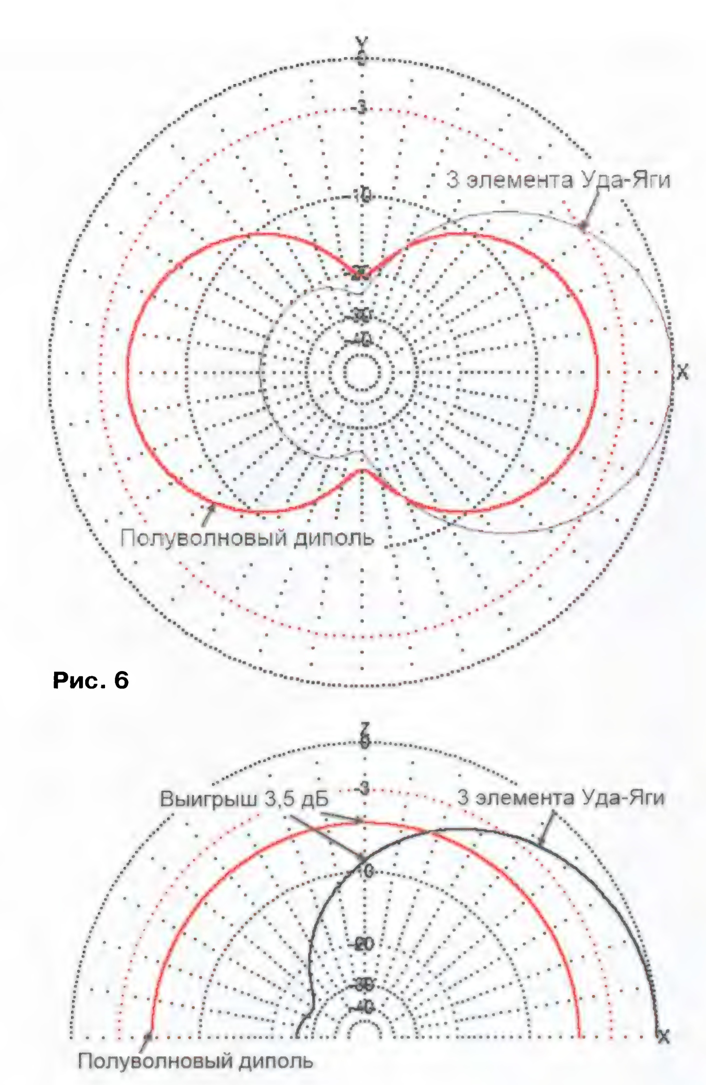


Рис. 6

Рис. 7

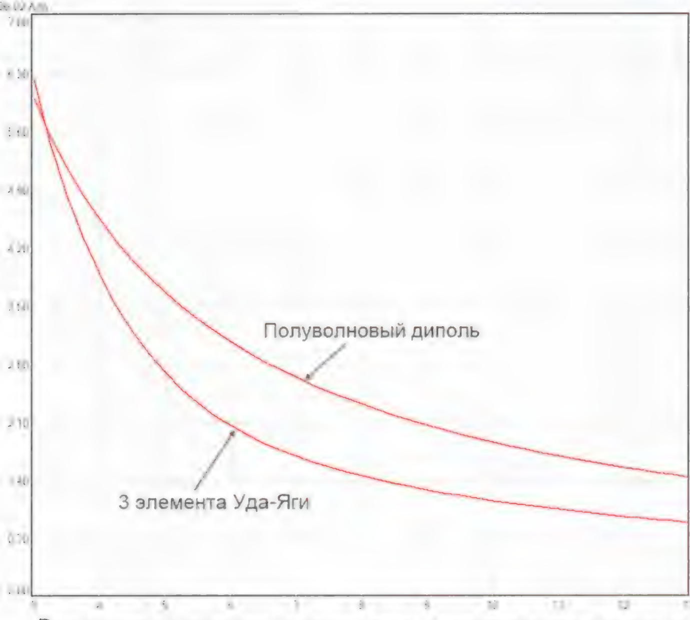


Рис. 8

мы должны установить свободное пространство для обеих антенн. И сравнивать излучение вверх по оси Z (в свободном пространстве это одно и то же, там нет ни верха, ни низа). Мы видим на рис. 7, что вдоль вертикальной оси излучение трёхэлементной Уда-Яги меньше, чем у полуволнового диполя на 3,5 дБ. Настолько должно быть меньше и излучение вниз при расположении антенн над реальной землёй. Проверим последнее прямым расчётом полей.

На **рис. 8** показано сравнение напряжённостей магнитного поля в направлении вниз от тех же двух антенн, расположенных на высоте 15 м над реальной землёй. На этом рисунке мы видим, что Уда-Яги при расстояниях больше 5 м действительно даёт напряжённость поля, меньшую в 1,5 раза (3,5 дБ). То есть наша упрощённая методика сравнения в свободном пространстве (см. рис. 7) даёт хорошие результаты.

Ещё на рис. 8 видно, что по мере приближения к антенне выигрыш Уда-Яги снижается. И при расстоянии 3,2 м напряжённости поля от обеих антенн сравниваются. А ближе напряжённость поля около Уда-Яги становится больше, чем у диполя. Это происходит потому, что антенна — направленная, т. е. в главном лепестке создаёт большую напряжённость поля в дальней зоне. Поэтому и в ближней зоне направленной антенны напряжённость поля выше, чем у ненаправленной.

Для снижения излучения дальней зоны вниз под мачту антенна не обязана иметь направленность по азимуту. Для этого подойдут любые антенны с малым излучением в зенит в свободном пространстве (как на рис. 7). Например, обычный GP, если поднять его противовесы достаточно высоко (чтобы их ближняя зона не касалась бы земли), имеет небольшое излучение вниз. Другая антенна с таким же свойством — два горизонтальных полуволновых диполя, разнесённых на $\lambda/8$ и запитанных противофазно.

Автономный светодиодный светильник с ёмкостным реле

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время в продаже есть много различных автономных (так называемых кемпинговых) относительно мощных светодиодных светильников с питанием от гальванических батарей или аккумуляторов. Существенная их часть снабжена переключателями числа светящихся светодиодов, что обеспечивает ступенчатую регулировку общей яркости. Ими можно пользоваться как автономными светильниками-фонарями в походных условиях в тёмное время суток, но только найти выключатель в темноте не так уж и просто. Таким оказался плоский светильник GL-36+5 (**рис. 1**), который производителем назван компактным кемпинговым. Он содержит 41 маломощный светодиод, которые конструктивно разделены на три группы. Но если встроить в него ёмкостное реле, включить светильник можно прикосновением или приближением к верхней части его корпуса.

Рис. 1

Схема светильника с предлагаемым вариантом его доработки показана на **рис. 2**. Вновь вводимые элементы и соединения выделены цветом. В его состав входят три группы светодиодов: центральная — 5 шт., средняя — 12 шт. и внешняя — 24 шт. Их коммутация осуществляется с помощью четырёхпозиционного роторного кнопочного переключателя SA1 (его выводы пронумерованы условно). Первое положение переключателя — все светодиоды выключены, второе положение — включена средняя группа, третье положение — включены центральная и внешняя группы, четвёртое

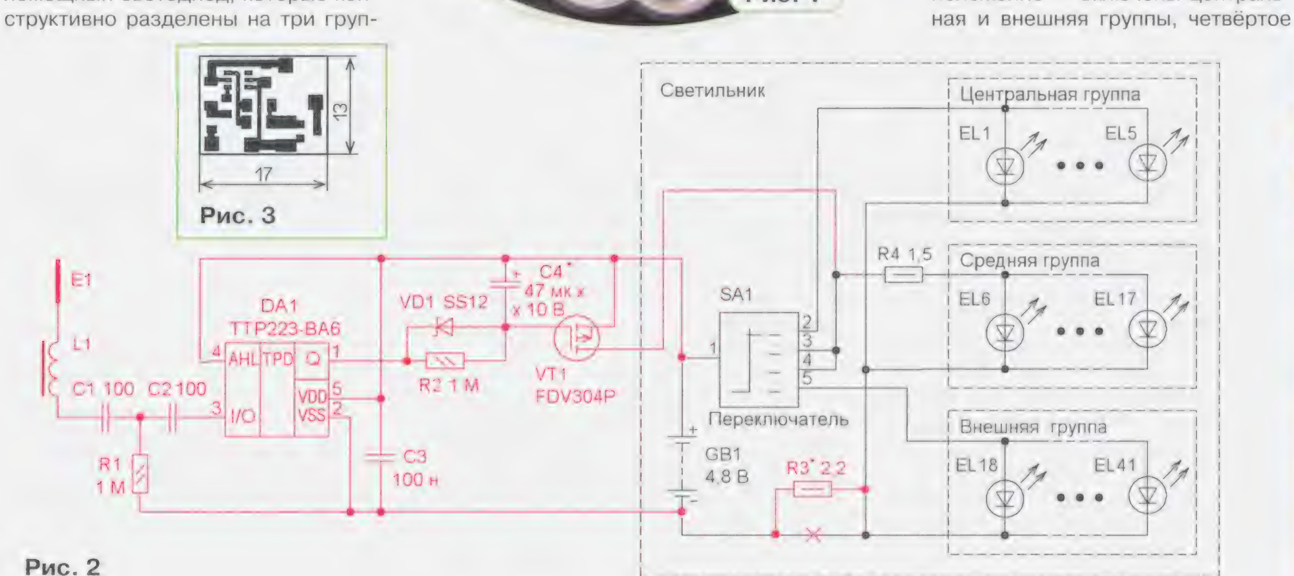


Рис. 3

Рис. 2

положение — включены все группы и т. д. по кругу. Батарея питания светильника — четыре последовательно соединённых гальванических элемента (или аккумулятора) типоразмера АА. Штатный токоограничивающий резистор R4 только один, но и он относительно низкоомный и включён последовательно со средней группой светодиодов. Поэтому при установке "свежих" батарей потребляемый светильником ток может достигать 1 А, который ограничен сопротивлениями батареи, светодиодов и тонких соединительных проводов. Поэтому для ограничения тока рекомендуется установить дополнительный токоограничивающий резистор R3.

Основа устройства — микросхема TTP223-BA6 [1], на которой собрано ёмкостное реле [2] и которая управляет ключом на транзисторе VT1. Чтобы существенно не переделывать электрическую схему фонаря, для коммутации напряжения был применён транзистор FDV304P с каналом p-типа (максимальный ток стока — 0,46 А, сопротивление открытого канала — около 1 Ом). При этом в дежурном режиме на выходе микросхемы DA1 присутствует высокий логический уровень, поэтому транзистор VT1 закрыт. Это достигается подачей напряжения питания на вход AHL (вывод 4) микросхемы DA1.

Чувствительным элементом служит сенсорный элемент E1 — отрезок фольги, расположенный внутри корпуса светильника, поэтому после доработки внешний вид самого светильника не изменяется. Для подавления низкочастотных (сетевых) наводок применён RC-фильтр C1R1C2, а для подавления высокочастотных наводок последовательно с элементом E1 можно установить дроссель L1. Конденсатор C3 — блокировочный в цепи питания.

Ёмкостное реле работает в режиме "кнопки", т. е. при приближении к элементу E1 светильник включается, при удалении — выключается. Происходит это следующим образом. При приближении руки к элементу E1 на выходе микросхемы появляется низкий логический уровень, конденсатор C4 быстро заряжается через диод VD1 и транзистор VT1 открывается, подавая питающее напряжение на среднюю группу светодиодов. При удалении руки на выходе микросхемы появляется напряжение, диод VD1 закрывается и начинается разрядка конденсатора C4 через резистор R2, которая продолжается в течение нескольких десятков секунд, после этого светодиоды погаснут. В течение этого времени можно включить светильник с помощью переключателя SA1 и установить желаемый режим. Если установить переключатель в исходное положение, после разрядки конденсатора C4 светильник вернётся в дежурный режим, в котором потребляемый ток не превышает нескольких микроампер.

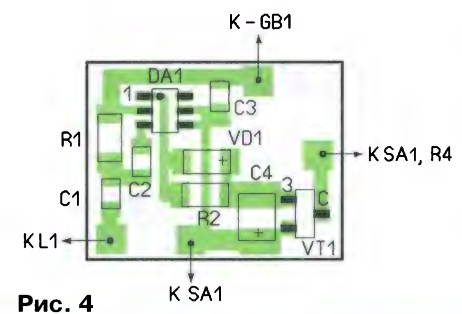


Рис. 4


Рис. 5

Если пользоваться таким светильником часто, питать его целесообразно от четырёх Ni-Cd или Ni-MH аккумуляторов типоразмера АА. К тому же в этом случае питающее напряжение не превысит максимально допустимого для микросхемы TTP223-BA6 — 5,5 В. Для зарядки аккумуляторов внутри светильника на его корпусе можно установить любое малогабаритное гнездо. Но для этого потребуется специализированное зарядное устройство, изготовление или приобретение которого может быть нецелесообразным.

Большинство применённых элементов — для поверхностного монтажа, они смонтированы на односторонней печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 3**, а расположение элементов — на **рис. 4**. Применены резисторы R1 и R2 типоразмера 1206, R3 — МЛТ, С2-23, конденсаторы C1—C3 — типоразмера 0805, C4 — танталовый типоразмера C, дроссель — серии EC-24 и индуктивностью 100...1000 мкГн. Транзистор FDV304P можно заменить транзистором IRLML6402, у которого сопротивление открытого канала меньше.

Сенсорный элемент в виде кольца шириной около 20 мм вырезан из пищевой алюминиевой фольги и приклеен к верхней части корпуса светильника между средней и внешней группой светодиодов. Для соединения сенсорного элемента с платой применён многожильный монтажный провод. Один его конец зачищен на расстоянии 20...25 мм, завёрнут и зажат в фольге, второй конец зачищен и припаян к плате, которая с помощью термоклея закреплена рядом с переключателем. Внутренний вид доработанного светильника показан на **рис. 5**.

Если к плюсовой линии питания подключить вход TOG (вывод 6) микросхемы DA1, ёмкостное реле будет работать в триггерном режиме, т. е. при приближении руки к корпусу светильник включается и остаётся в таком состоянии до следующего воздействия, после которого выключается. В этом случае элементы VD1, R2 и C4 не устанавливают, а затвор транзистора соединяют с выводом 1 микросхемы DA1 отрезком провода. Но такой режим может оказаться неудобным, поскольку при случайном включении светильник может остаться в таком состоянии до полной разрядки батареи.

При транспортировке светильника не следует забывать о ёмкостном реле, и поэтому надо удалить из батарейного отсека, по крайней мере, один из элементов питания. Можно сделать и по-другому, например, последовательно с батареей установить общий выключатель питания. Но можно также доработать схему фонаря, подключив линию питания ёмкостного реле к выводу 3 переключателя SA1, отключив его от резистора R4. В этом случае реле будет работать только в этом положении переключателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Сенсорные выключатели (бесконтактные кнопки) на микросхеме TTP223. — Радио, 2018, № 5, с. 25—27.

2. **Нечаев И.** Ёмкостное реле включает подсветку. — Радио, 2018, № 7, с. 57, 58.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/rele.zip** на нашем FTP-сервере.*

Манипулятор "пишущая машинка" на Arduino Uno

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

В продолжение темы моей статьи "Манипулятор для рисования на Arduino Uno", опубликованной в журнале "Радио", 2018, № 9 на с. 60, 61, предлагаю вниманию читателей более совершенный вариант конструкции, напоминающей работу пишущей машинки. Оператор с помощью своеобразной клавиатуры или наборного поля (**рис. 1**) выбирает букву, затем манипулятор (**рис. 2**) рисует её на листе бумаги. За один цикл работы, набирая несложные словосочетания, можно нарисовать слова в две строки, до семи знаков в каждой.



Рис. 1

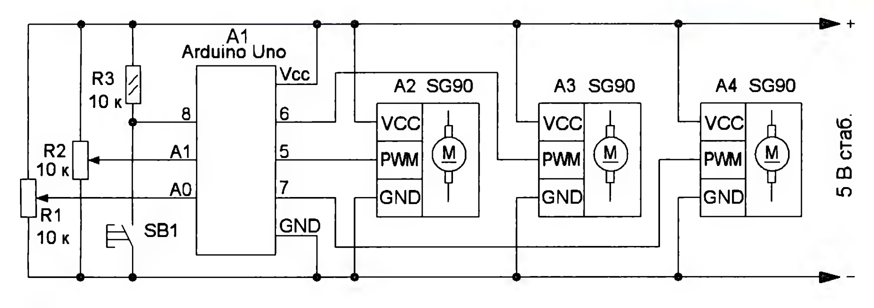


Рис. 3

Управление сервоприводами реализовано с помощью платы Arduino Uno. Схема устройства показана на **рис. 3**. В отличие от первой версии, в схему дополнительно введена кнопка SB1, позволяющая "отправлять на рисование" выбранную с помощью указателей (ползунков переменных резисторов) букву. Например, в соответствии с рис. 1 после нажатия на кнопку будет изображена буква "Щ". Кроме рисования всех букв алфавита, имеется возможность делать отступ между словами (символ пробела) и рисовать все элементы 16-сегментного индикатора. Две запасные позиции таблицы в текущих версиях скетчей управления не используются.

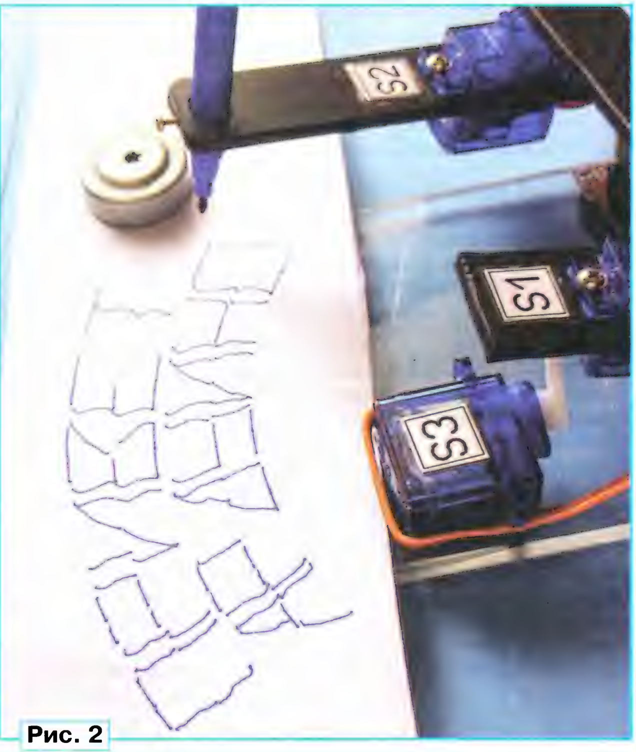


Рис. 2

Клавиатура (см. рис. 1) состоит из пластмассового основания-футляра 1 размерами 105×100 мм и высотой боковых стенок около 20...25 мм. На крышку наклеен бумажный шильдик с таблицей символов 3, которая содержит 36 ячеек размерами 12×12 мм каждая. С внутренней стороны крышки смонтированы два переменных резистора 2 (СП3-23а с линейной зависимостью сопротивления от положения ползунка). Резистор R1 установлен вверху (по рис. 1), а резистор R2 установлен сбоку. Для ползунков этих резисторов в крышке сделаны прорези 5 шириной 3 мм и длиной 70 мм. На боковой поверхности корпуса расположен разъём 4 на пять соединительных проводов. Кнопка 6 (SB1) расположена на передней боковой поверхности в центральной части.

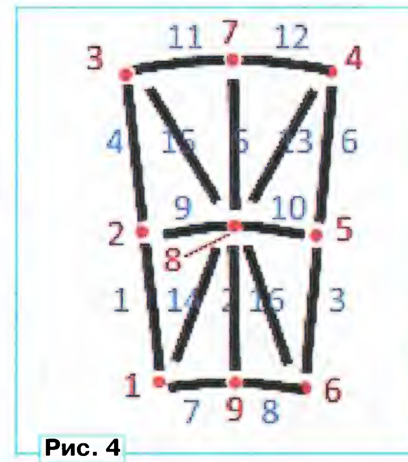


Рис. 4

Порядок "письма" следующий. Нужный символ или букву выставляют

на перекрестии ползунков и нажимают на кнопку SB1. После окончания рисования выставляют другую букву и снова нажимают на кнопку. Переход на новую строку и окончание "письма" программа производит автоматически.

Любой символ, рисуемый манипулятором (**рис. 4**), состоит из опре-

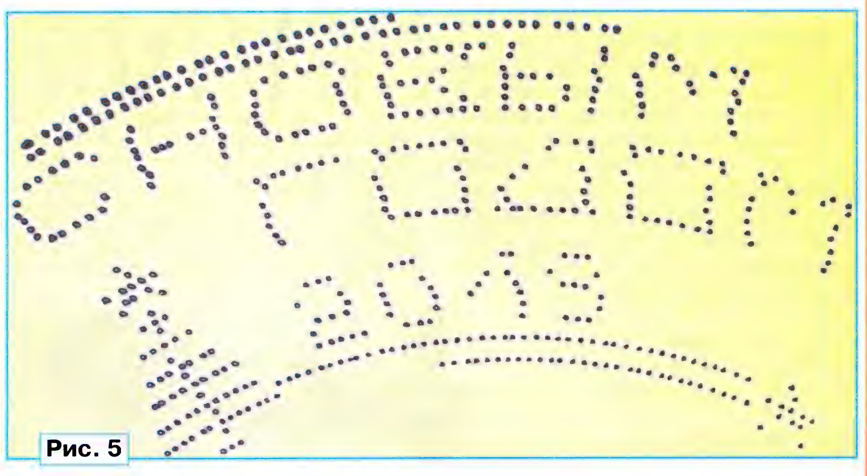


Рис. 5

делённого набора сегментов (всего 16 шт.), которые пронумерованы числами синего цвета. Стержень фломастера при рисовании переходит на нужные узловые точки (выделены красным) и прорисовывает заданный сегмент. Массив (в скетче **bukvichetKLAVb) tablB[34]**) хранит коды прорисовки требуемых для данной буквы сегментов. Так, для буквы "А" это сегменты 3, 6, 10, 13 и 14. Именно в такой последовательности программа их изобразит, начиная движение стержня из точек 6, 5, 8, 8 и 1. Массив **tablA[18]** содержит относительные координаты данных точек от 1 до 9. Переменные **da, db** задают ширину и высоту букв соответственно. Их значения желательно выбирать кратными в интервале 6—16 и 20—35. В выставленных значениях размеры буквы — 15×17 мм, иначе можно выйти за границы листа и сектора опорного столика. Кроме этого, придётся изменять значение **b=114;**. Массив **tablD[32]** определяет именно следующую последовательность прохождения сегментов. Сначала — вертикальные снизу вверх 1, 2, 3, 4, 5 и 6, затем — горизонтальные слева направо 7, 8, 9, 10, 11 и 12, в заключение — диагональные 13, 14, 15 и 16.

Работу программы можно трактовать так. Сначала происходит проверка, не закончены ли полностью две строки. Потом проверяет, не закончена ли первая строка. Далее ожидает нажатия на кнопку и рисует выбранную букву. И так по циклу до заполнения символами двух строк, после которых нужно заменить бумагу и перезагрузить плату Arduino Uno.

Питать такой вариант конструкции можно от стабилизированного сетевого источника питания напряжением 5 В и током до 1000 мА. В автономном режиме можно использовать батарею из двух последовательно включённых Li-Ion аккумуляторов напряжением по 3,7 В и питать устройство через интегральный стабилизатор напряжения, например микросхему L7805CV.

Если использовать манипулятор как периферийное устройство компьютера, управляя рисованием из Arduino IDE через монитор порта, надо отключить клавиатуру и источник питания и подключить плату к компьютеру через USB-порт. Загрузив скетч **bukvichetserialA**, открывают монитор порта и в командной строке набирают текст или символ заглавными буквами, после чего нажимают на кнопку "Отправить". После этого должно начаться рисование.

Ещё один вариант использования манипулятора — поточечная печать простых картинок (**рис. 5**). Изображение хранится в массиве в ячейках со значением 1. Размеры координатной сетки — 64×19.

Вариант скетча прилагаю. Манипулятор (скетч **pikseliA**) как бы считывает построчно массив, ставя "точки над единицами". Таким образом, изображение массива в скетче соответствует изображению картинки на поле печати. Его создание — процесс относительно трудоёмкий, зато даёт возможность проявления фантазии.

***От редакции**. Скетчи для Arduino Uno и демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/ris2.zip** на нашем FTP-сервере. Варианты скетчей с разными индексами функционально не отличаются друг от друга, вторые варианты лишь оптимизированы по объёму кода.*

Викторина

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

В практике применения микроконтроллеров важное место занимает генерация звуковых сигналов. Действительно, любое устройство "оживает", когда его действия сопровождают звуки, музыкальные мелодии или речевые сообщения. Для генерации сигналов звуковой частоты в микроконтроллерах используют как цифровые выходы общего назначения, так и выходы импульсов программно изменяемой скважности (ШИМ), а также внешние и внутренние ЦАП на 8—12 двоичных разрядов.

Это позволяет формировать не только прямоугольные импульсы нужной частоты, но и сигналы сложной (например, синусоидальной) формы, правда, изменяющиеся не плавно, а ступенчато. Ступеньки обычно следуют с не слышимой человеческим ухом частотой и звук не искажают, но усложняют его дальнейшую обработку и усиление. Поэтому их устраняют с помощью фильтров.

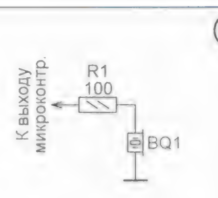
Для физического воспроизведения звуковых сигналов, генерируемых микроконтроллером, годится всё, что может преобразовывать электрические колебания в акустические, начиная от различных "пищалок" и заканчивая головными телефонами и динамическими громкоговорителями. Некоторые из них подключают к выходам микроконтроллера напрямую, а другим требуется дополнительный усилитель. На схемах электроакустические преобразователи имеют обозначения, начинающиеся с буквы В: ВА — динамические головки, BF — электромагнитные, BQ — пьезоэлектрические капсюли. Но те из них, которые используют не для воспроизведения музыки и речи, а лишь для подачи звуковых сигналов, обозначают НА независимо от принципа действия.

Таблица содержит 16 иллюстрированных фрагментами схем вопросов, связанных с воспроизведением звука, генерируемого микроконтроллерами. На каждый из них дано два варианта (0 и 1) ответов, лишь один из которых правильный. Если записать последовательно цифры, соответствующие своим ответам на все вопросы, начиная с первого, в одну строку слева направо, получится 16-разрядное двоичное число. Далее следует перевести его в десятичную систему счисления. Если все ответы правильны — получится 53124.

***От редакции**. Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.*

"Микроконтроллеры и генерация звука"

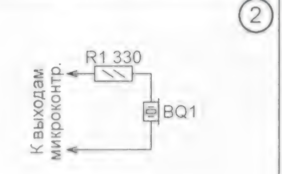
1



Какой формы будет сигнал на пьезоизлучателе звука BQ1, если увеличить сопротивление резистора R1 до 10 кОм?

0 — треугольной;
1 — синусоидальной

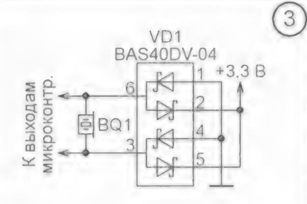
2



Какими должны быть сигналы на выходах микроконтроллера?

0 — синфазными;
1 — противофазными

3



Что служит источником выбросов напряжения, которые подавляет сборка диодов Шотки VD1?

0 — механические воздействия на пьезоизлучатель BF1;
1 — микроконтроллер

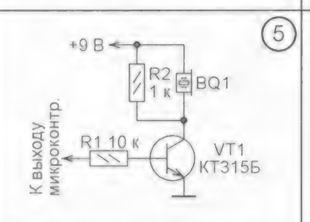
4

Какой выходе микроконтроллера следует формировать сигнал бас-гитары?

На каком выходе микроконтроллера следует формировать сигнал бас-гитары?

0 — на верхнем по схеме;
1 — на нижнем по схеме

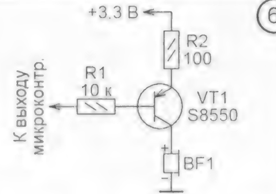
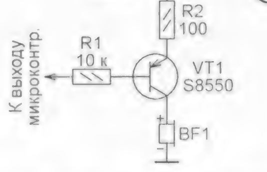
5



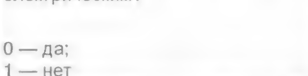
Какой логический уровень напряжения нужно устанавливать на выходе микроконтроллера в паузах звучания?

0 — высокий;
1 — низкий

6

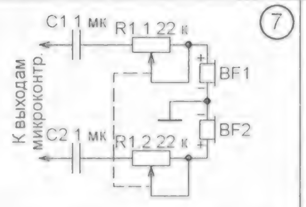



Можно ли заменить электромагнитный излучатель звука BF1 пьезоэлектрическим?



0 — да;
1 — нет

7



Что регулируют сдвоенным переменным резистором R1?

0 — громкость звука;
1— стереобаланс

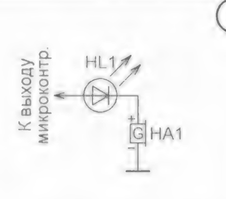
8



Как изменится громкость звука при замене указанного на схеме пьезоизлучателя со встроенным генератором на LF-MB12A05?

0 — уменьшится;
1 — увеличится

9



Каким будет казаться свечение светодиода HL1 при высоком логическом уровне напряжения на выходе микроконтроллера?

0 — мигающим;
1 — непрерывным

10



Назначение ОУ DA1.1?

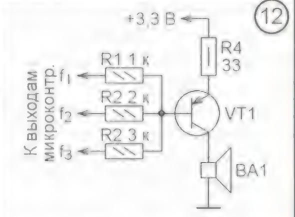
0 — устранение искажений;
1 — увеличение громкости

11

В каком положении движка переменного резистора R1 громкость будет максимальной?

0 — нижнем по схеме;
1 — верхнем по схеме

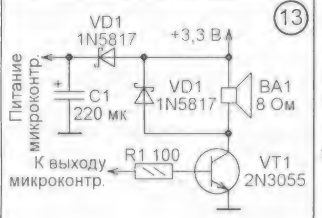
12



Каким должно быть отношение частот сигналов $f_1 : f_2 : f_3$, чтобы создать эффект "унисон через октаву"?

0 — 1 : 0,5 : 0,25;
1 — 1 : 2 : 3

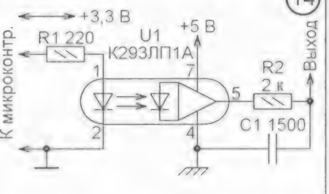
13



Что устраняют диод VD1 и конденсатор C1, установленные в цепи питания микроконтроллера?

0 — пульсации напряжения;
1 — самовозбуждение

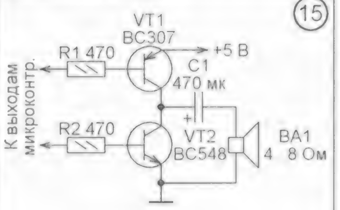
14



Как изменится амплитуда выходного сигнала при увеличении сопротивления резистора R1 до 360 Ом?

0 — уменьшится;
1 — не изменится

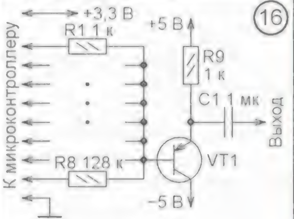
15



Какими должны быть паузы между перепадами напряжения на выходах микроконтроллера, закрывающими один транзистор и открывающими другой?

0 — несколько микросекунд;
1 — несколько миллисекунд

16



Что произойдёт с искажениями выходного сигнала, если увеличить напряжение питания микроконтроллера до 5 В

0 — увеличатся;
1 — не изменятся

Генератор импульсов на базе Arduino, управляемый из Labview

С. СМИРНОВ, В. МОШКИН, г. Москва

Предлагаемый комплекс программного виртуального прибора, взаимодействующего с микроконтроллерным устройством, разработан как студенческий курсовой проект. Он демонстрирует возможности реализации гибкого управления программным генератором импульсов с помощью виртуального прибора, реализованного в среде графического программирования Labview.

В радиоэлектронике распространена задача формирования импульсов определённой длительности с заданной задержкой относительно перепадов синхросигнала. Генерацию импульсов или последовательностей импульсов с запрограммированными параметрами широко используют и в экспериментальной науке.

В классической реализации цифровые импульсы задерживают с помощью микросхем стандартной логики, используя RC-цепи для получения равномерно нарастающего или спадающего напряжения. Это напряжение, достигнув определённого уровня, вызывает изменение состояния логического элемента, сопровождающееся резким перепадом напряжения на его выходе. Регулировка длительности выходного импульса также может быть осуществлена с помощью логических элементов и RC-цепей.

Недостаток подобных устройств — зависимость параметров формируемых импульсов от подверженных разбросу при изготовлении и изменяющихся в процессе эксплуатации характеристик как активных логических, так и пассивных элементов (конденсаторов, резисторов).

Современные устройства формирования импульсов с заданными параметрами нередко разрабатывают на основе тактированных высокоточным кварцевым генератором логических узлов и микроконтроллеров. В отличие от описанных выше практически аналоговых формирователей, они позволяют цифровыми и программными методами задавать и регулировать параметры импульсов, а также наращивать число выходных импульсных последовательностей, каждая из которых может иметь собственные параметры. Для удобства пользования таким генератором возникает необходимость создания человеко-машинного интерфейса.

Далее описан разработанный комплекс.

Основные технические характеристики

Уровни входных и выходных сигналов .ТТЛ
Генерируемые сигналы:
— одиночные импульсы;
— пачки импульсов;
— непрерывные последовательности импульсов;
— импульсы с внешней синхронизацией
Максимальный период следования синхроимпульсов, мс 4000
Задержка генерируемого импульса относительно синхроимпульса, мс . . . . . . .0...3200
Длительность генерируемого импульса, мс . . . . .0,1...3200
Синхронизация — по нарастающему или спадающему перепаду синхроимпульса.

Связь с компьютером реализована на базе последовательного интерфейса платы Arduino, настроенного на работу со скоростью 9600 Бод, восемью информационными и одним стоповым разрядами без контроля чётности. Для передачи символов использована кодовая таблица ASCII, командную строку завершает символ "возврат каретки".

Согласно рекомендациям [1], для аппаратной части генератора выбрана микроконтроллерная плата Arduino Uno, работающая с тактовой частотой 16 МГц и предоставляющая пользователю 14 цифровых линий ввода-вывода, 32 Кбайт памяти программ, 2 Кбайт оперативной памяти. Плата имеет встроенный интерфейс USB. Операционная система компьютера создаёт при подключении к нему этой платы виртуальный COM-порт, используемый как для программирования имеющегося на плате микроконтроллера, так и для обмена информацией между компьютером и платой во время работы загруженной в микроконтроллер программы.

Для управления генератором использована среда графического программирования Labview — один из широко распространённых инструментов для моделирования устройств и приборов.

Генератор синхросигналов подключают к линии D2 Arduino Uno, что соответствует линии PD2 её микроконтроллера. Выходные импульсы Arduino Uno формирует на линии D12 (PB4). Сюда подключают потребитель этих импульсов, а также (для контроля) осциллограф и мультиметр в режиме вольтметра. Выводы общего провода всех приборов и потребителя соединены с выводом GND платы Arduino Uno.

Розетку USB-A компьютера, на котором установлены программы AVR Studio 4, XLoader и Labview 2016, соединяют с розеткой USB-B платы Arduino Uno стандартным кабелем. Индикатором режима работы прибора служит имеющийся на плате Arduino Uno светодиод, соединённый с её линией D13.

В процессе разработки программы была выявлена следующая особенность применённой платы Arduino Uno китайского производства. В отличие от оригинальной итальянской платы Arduino Uno, цепь DTR-RESET, идущая от микросхемы интерфейса USB/COM к микроконтроллеру, на применённой плате не имеет джампера, позволяющего при необходимости разорвать её. При любом нормальном открытии виртуального COM-порта компьютер изменяет уровень сигнала DTR. Этим микроконтроллер платы автоматически устанавливается в исходное состояние, и работа загруженной в него и ранее запущенной программы начинается заново. Эта особенность учтена при разработке программы виртуального прибора Labview, описанного далее.

Для управления прибором реализованы приём и исполнение им команд компьютера, синтаксически совместимых со стандартными командами управления согласно IEEE 488.2 [2]. Эти команды перечислены ниже, а приводимые скриншоты показывают вид окна виртуального прибора после их приёма и исполнения.

*IDN? — запрос идентификатора устройства (**рис. 1**). При правильно подключённом и функционирующем приборе ответ на неё — ARDUINO 328P BASED GENERATOR.

*RESET — установка прибора в исходное состояние (**рис. 2**). Команда обрабатывается при любом статусе прибора. Генерация импульсов, если она

VISA resource name	IDN WRITE	IDN READ	IDN RESPONSE
COM7	6	29	ARDUINO 328P BASED GENERATOR
command	CMD WRITE	CMD READ	CMD RESPONSE
*IDN?	6	29	ARDUINO 328P BASED GENERATOR

Рис. 1

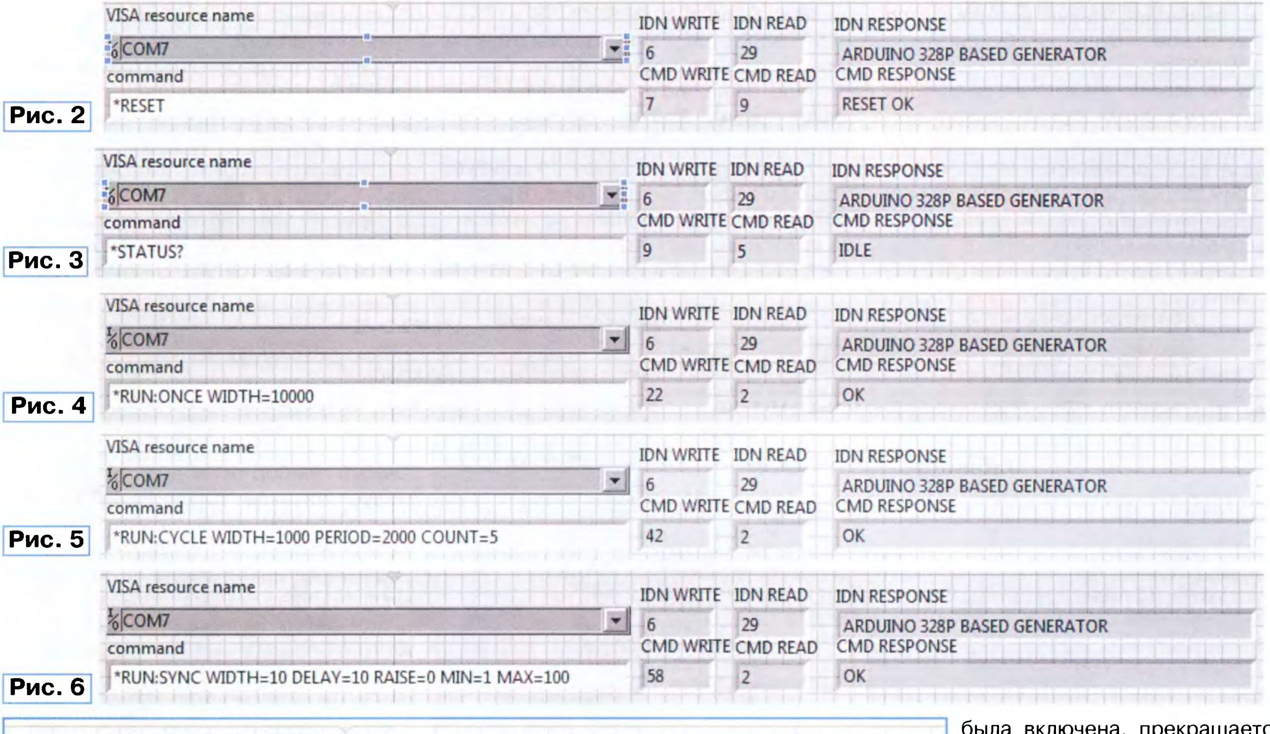


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

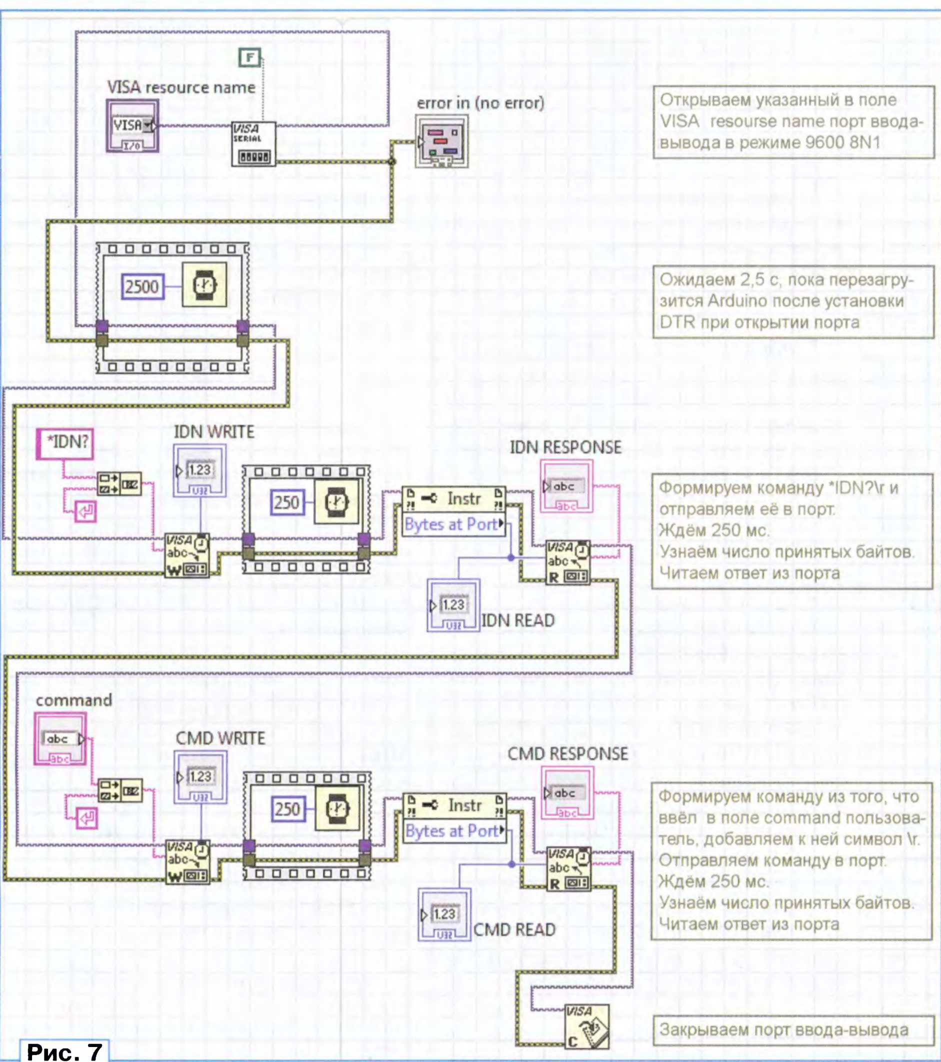


Рис. 7

была включена, прекращается. Ответ прибора — RESET OK.

*STATUS? — запрос состояния прибора (**рис. 3**). Команда обрабатывается в любом состоянии прибора. Возможные ответы:

IDLE — исходное состояние;

RUN SYNC — генерация импульсов по синхросигналу;

RUN ONCE — генерация одиночного импульса;

RUN CYCLE — генерация пачки импульсов;

ERROR — глобальная ошибка (зарезервировано).

*RUN:ONCE WIDTH=X — генерация одиночного импульса длительностью X миллисекунд (**рис. 4**). Максимальная длительность импульса — 30 с. Ответ OK означает, что команда успешно распознана и прибор приступает к генерации. Иначе возвращается осмысленное сообщение об ошибке.

*RUN:CYCLE WIDTH=X PERIOD=Y COUNT=Z — генерация пачки из Z одинаковых импульсов длительностью X миллисекунд, следующих с периодом Y миллисекунд (**рис. 5**). Максимальная длительность импульса — 30 с. Максимальный период их следования — 32 с. Максимальное число импульсов — 30000. Если Z = 0, прибор переходит в режим непрерывной генерации импульсов длительностью X с периодом следования Y. Ответ OK означает, что команда успешно распознана и прибор приступа-

ет к генерации. Иначе возвращается осмысленное сообщение об ошибке.

*RUN:SYNC WIDTH=X DELAY=Y RAISE=A MIN=B MAX=C — генерация импульсов длительностью X сотен микросекунд с задержкой Y сотен микросекунд. A = 0 — синхронизация по нарастающим перепадам синхроимпульсов, A = 1 — синхронизация по спадающим перепадам синхроимпульсов, B — минимальный период следования синхроимпульсов в миллисекундах, C — максимальный период следования синхроимпульсов в миллисекундах (**рис. 6**). Длительность импульса — 0,1 мс...3,2 с. Задержка — 0...3,2 с. Допустимый период следования синхроимпульсов — от B до C, лежащих в интервале 1 мс...32 с. Ответ OK означает, что команда успешно распознана и прибор приступает к генерации. Иначе возвращается осмысленное сообщение об ошибке.

Синтаксис команд и подача их заглавными буквами принципиальны. Например, команды *Status? или *RUN:CYCLE PERIOD=Y WIDTH=X COUNT=Z распознаны не будут.

Виртуальный прибор Labview разработан для подачи команд управления генератором и отображения его статуса в текстовом виде. Графическая программа прибора приведена на **рис. 7**. В файле ArduinoGenerator.vi находится её исходный текст.

Функционирует прибор следующим образом:

— открывает порт, указанный в поле VISA resource name;

— ожидает 2,5 с успешной перезагрузки Arduino Uno;

— подаёт команду *IDN? для идентификации подключённого устройства и перед чтением ответа ожидает 250 мс;

— подаёт команды, набираемые вручную в поле command, перед чтением ответа на каждую команду ожидает 250 мс.

В полях IDN WRITE или CMD WRITE программа показывает число байтов переданной команды. В полях IDN READ или CMD READ — число байтов ответа на неё. Поля IDN RESPONSE и CMD RESPONSE отображают тексты ответов генератора на команды Labview.

Поле command предназначено для ввода команд. Все они должны начинаться символом "звёздочка". В поле error выводится сообщение об ошибке, если она зафиксирована (**рис. 8**).

В файле ArduinoGenerator.c находится исходный текст программы микроконтроллера платы Arduino Uno. В ней использованы приёмы работы с портами ввода-вывода, описанные в [3], с таймерами, описанные в [4], с прерываниями, описанные в [5], и с UART, описанные в [6].

TIMER0 микроконтроллера использован для отсчёта задержки генерируемых импульсов. TIMER1 управляет миганием светодиода индикации режима работы. Частота миганий — переменная:

0,5 Гц — режим простоя;

1 Гц — генерация одиночного импульса или их пачки:

2 Гц — генерация с внешней синхронизацией;

4 Гц — неверная команда.

Для синхронизации использованы запросы прерываний, поступающие по линии PD2 (INT0). Процедура InitInt0 (**табл. 1**), в зависимости от значения параметра RAISE команды *RUN:SYNC, устанавливает направление перепада синхросигнала, по которому формируется запрос прерывания.

При инициализации UART необходимо обратить внимание на то, что, если при чтении регистра UCSR0A обнаружена единица в разряде U2X0, в асинхронном режиме обмен информацией происходит с удвоенной скоростью. Поэтому инициализация должна проводиться на скорость 4800, а не на 9600 Бод. Эта особенность характерна лишь для Arduino Uno китайского производства. Подпрограмма настройки USART приведена в **табл. 2**.

Симуляция работы программы в среде AVR Studio не производилась. Она доведена до состояния трансляции без ошибок и предупреждений, после чего проверена её работа в микроконтроллере.

При старте системы контрольный светодиод на плате некоторое время мигает с частотой 0,5 Гц. Затем виртуальный прибор последовательно формирует команды *IDN и *RESET и получает ответы от платы Arduino Uno, отображая их на экране компьютера. Далее система ожидает ввода в соответствующее поле команд пользователя и исполняет их, генерируя на выходе D12 Arduino Uno заданные импульсы и их последовательности. Во время исполнения команд светодиод на плате мигает с увеличенной частотой. По его завершении мигание продолжается с частотой 0,5 Гц.

Импульсы на выходе D12 можно наблюдать на экране подключённого к нему осциллографа, а при их сравнительно большой длительности и низкой частоте следования — с помощью вольтметра (мультиметра в режиме измерения напряжения). Амплитуда импульсов — около 5 В. В паузах между ними напряжение на выходе D12 близко к нулю.

VISA resource name	IDN WRITE	IDN READ	IDN RESPONSE
COM7	6	29	ARDUINO 328P BASED GENERATOR
command	CMD WRITE	CMD READ	CMD RESPONSE
*RUN:SYNC WIDTH=10 DELAY=10 RAISE=0 MIN=111 MAX=100	60	39	ERR: (RUN:SYNC) bad max sync-period 100

Рис. 8

Таблица 1

```
void InitInt0()
{
EIMSK |= 1<<INT0;
if (!configSignal)
//0: 0->1
EICRA |= (1<<ISC01)|(1<<ISC00);
else
//1: 1->0
{
EICRA |= (1<<ISC01);
        EICRA &= ~(1<<ISC00);
}
}
```

Таблица 2

```
void usartInit()
{
UCSR0B = (1<<RXCIE0)|
(1<<TXCIE0)|
(1<<RXEN0)|(1<<TXEN0);
UCSR0C = (1<<UCSZ01)|
(1<<UCSZ00); // 8N1
 if (UCSR0A & (1<<U2X0))
 {UBRR0L = F_CPU /
  4800 / 16 - 1;
  UBRR0H = (F_CPU /
  4800 / 16 - 1) >> 8;
 }
 else
 {UBRR0L = F_CPU /
  9600 / 16 - 1;
  UBRR0H = (F_CPU /
 9600 / 16 - 1) >> 8;
 }
 ClearBuffUart();
}
```

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнение характеристик различных платформ Arduino. — URL: **http://www.my-arduino.ru/sravnenie-xarakteristik-razlichnyx-platform-arduino/** (30.06.2018).

2. Стандартные команды стандарта IEEE 488.2. — URL: **http://rfmw.em.keysight.com/spdhelpfiles/truevolt/webhelp/RU/Content/__I_SCPI/IEEE-488_Common_Commands.htm** (30.06.2018).

3. Занятие № 3. Мигание светодиодом. — URL: **http://radioparty.ru/prog-avr/program-c/229-lesson3** (30.06.2018).

4. AVR. Учебный курс. Таймеры. — URL: **http://easyelectronics.ru/avr-uchebnyj-kurs-tajmery.html** (30.06.2018).

5. AVR. Урок 42. Внешние прерывания. — URL: **http://narodstream.ru/avr-urok-42-exint-ili-vneshnie-preryvaniya/** (30.06.2018).

6. Последовательный интерфейс USART0. — URL: **http://avrprog.blogspot.ru/2013/03/usart0.html** (30.06.2018).

***От редакции.** Программы прибора находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2018/10/vgen.zip** на нашем FTP-сервере.*

Коротковолновики — радисты-разведчики и их аппаратура (30—40-е годы)

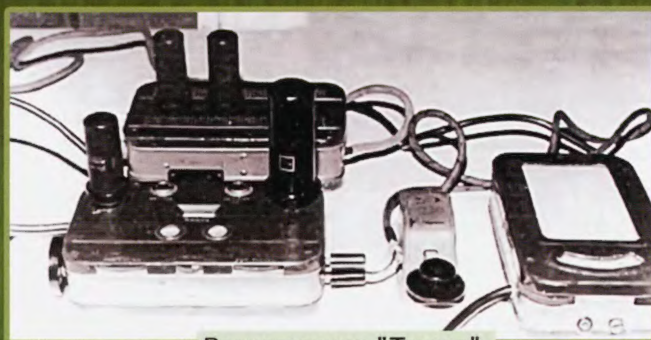
Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

(см. статью на с. 49)


Борис Павлович Асеев.

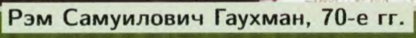

Валентина Константиновна Довгер.

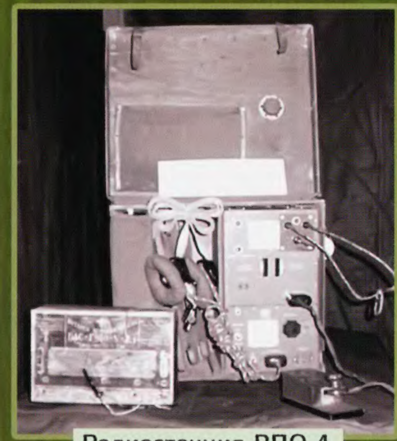

Радиостанция Mk.VII ("Paraset").


Радиостанция "Тензор".


Радиоприёмник "Сигнал".




Рэм Самуилович Гаухман, 70-е гг.


Радиостанция РПО-4.


Борис Андреевич Михалин, 1959 г.



Александр Фёдорович Камалягин, 1935 г.

Начинается подписка на журнал на первое полугодие 2019 года



Подписные индексы журнала по каталогам

- Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772
- Официальный каталог Почты России П4014
- Объединённый каталог "Пресса России" 89032
- КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 61972



70772



П4014



61972



89032

Ссылки с QR-кодом ведут на странички каталогов онлайн-подписки






Цена одного номера журнала 2019 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 260 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 2000 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 2750 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2100 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 2850 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2017	1—6	185 руб.	255 руб.	355 руб.
2017	7—12	200 руб.	285 руб.	385 руб.
2018	1—6	220 руб.	310 руб.	415 руб.
2018	7—12	240 руб.	330 руб.	440 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!